

Waarheid en Werking:

Wetenschappelijke kennisontwikkeling in hybride onderzoekspraktijken

Auteur: Arend Zomer

Datum: Juni 2006

Waarheid en werking:

Wetenschappelijke kennisontwikkeling in hybride onderzoekspraktijken

*Een onderzoek naar de wetenschappelijke kennisproductie in een
publiekprivaat samenwerkingsverband*

Master Thesis

Auteur: Arend Zomer

Datum: Juni 2006

Plaats: Enschede

Studie: WWTS, Universiteit Twente

Afstudeercommissie:

Dr. B.J.R. van der Meulen (STeHPS)

Dr. D. Stermerding (STeHPS)

Dr. Ir. M. Boon (Wijsbegeerte)

Ir. S.P. Akkerman (Innovatieplatform)

Voorwoord

De afgelopen anderhalf jaar heb ik mij met veel enthousiasme en plezier gericht op vraagstukken met betrekking tot wetenschapsbeleid en wetenschappelijke kennisproductie. Wetenschappelijke kennisproductie is een enorm belangrijk onderdeel geworden van onze maatschappij. Nationale overheden besteden jaarlijks tientallen miljarden euro's aan wetenschappelijk onderzoek. Een belangrijke voorwaarde voor een effectieve en efficiënte besteding van deze bedragen is het opzetten van onderbouwd en doordacht wetenschapsbeleid, is de huidige opinie. Dat veronderstelt ook dat we als maatschappij dienen te begrijpen hoe wetenschappers kennis produceren en wat op basis hiervan gewenste vormen van organisatie van wetenschappelijk onderzoek zouden kunnen zijn.

Dit onderzoek wil daarom in detail kijken naar de organisatie van wetenschappelijk onderzoek en de wetenschappelijke kennisproductie die daarbinnen plaatsvindt. Het onderzoek is daarmee ten eerste interessant voor beleidsmakers die een kijkje in de keuken kunnen krijgen van een concrete wetenschappelijke onderzoekspraktijk die door de overheid is gefinancierd. Meer in het algemeen is dit een dankbaar onderwerp voor wetenschappelijk onderzoek omdat het laat zien, wat voor vorm hedendaags wetenschappelijk onderzoek kan aannemen. Dat maakt het een interessante casus voor theorievorming omtrent dit onderwerp en het biedt een empirische casus voor mensen die in het algemeen zijn geïnteresseerd in wetenschapsfilosofie en wetenschapssociologie.

Dit onderzoek had niet tot stand kunnen komen zonder de medewerking van verscheidene onderzoekers in het MultimediaN programma. Mijn dank is dan ook groot voor de tijd die ze hebben willen vrijmaken voor de interviews en andere contacten die zeer interessante informatie naar voren bracht. Verder gaat mijn dank uit aan mijn begeleiders Barend van der Meulen, Dirk Stermerding en Mieke Boon van de Universiteit Twente en Sijas Akkerman medewerker van het projectbureau van het Innovatieplatform.

Arend Zomer, Juni 2006

Toelichting van de titel:

Wetenschappelijke kennisproductie wordt over het algemeen geassocieerd met de ontwikkeling van ware kennis. In een hybride onderzoekspraktijk, waarin ook economische en maatschappelijke belangen zich aandienen, worden andere doelen ook belangrijk. In dit onderzoek komt het doel tot ware kennis te komen, te staan naast een ander doel namelijk het laten functioneren of laten werken van de kennis binnen een bepaalde context. De titel kan echter ook op een andere manier gelezen worden. De kennis in deze casus ontleent namelijk haar betrouwbaarheid en geloofwaardigheid aan het succes waarmee het functioneert.

Samenvatting

Technisch-wetenschappelijke kennisproductie vindt in toenemende mate plaats binnen onderzoeksprogramma's waarbij zowel private als publieke partijen betrokken zijn. Onderzoekers binnen het domein van de wetenschapsfilosofie en -sociologie hebben zich de afgelopen drie decennia onder andere op dit verschijnsel gericht en getracht tot theorievorming te komen op dit gebied. Deze theorieën zijn belangrijk omdat ze onder andere een grote invloed kunnen hebben op de wijze waarop beleidsmakers wetenschapsbeleid organiseren.

Theorieën als 'the New Production of Knowledge', de Finaliseringsthese van de Starnbergers en het Triple Helix model trachten uitspraken te doen over de kennisproductie binnen hedendaags technisch-wetenschappelijk onderzoek. In toenemende mate vindt het wetenschappelijk onderzoek plaats in onderzoekspraktijken met een hybride karakter. De onderzoekspraktijk is hybride in de zin dat het onderzoek plaatsvindt binnen een programma waarin verschillende type doelen gesteld worden en waarin verschillende typen actoren participeren in de kennisproductie. De vraag rijst hier wat voor dynamieken empirisch te constateren zijn en wat voor implicaties deze organisatie van onderzoek kan hebben op de kennisproductie. De drie bovenstaande theorieën, die uitspraken doen over de kennisproductie, snijden impliciet of expliciet een drietal thema's aan:

- Ten eerste, hoe is de samenwerking en de productie van kennis georganiseerd in deze hybride onderzoekspraktijken waarin verschillende typen actoren met verschillende doelen participeren?
- Ten tweede, wat voor type(n) kennis creëert men binnen deze onderzoekspraktijken in termen van wetenschappelijke uitspraken en bruikbaarheid voor de samenleving?
- Ten derde, wat is de rol en het gedrag van wetenschappers binnen deze hybride onderzoekspraktijken waarin de wetenschapper geen autonoom opererende actor is?

In dit onderzoek is, in het licht van de drie bovenstaande thema's, de kennisproductie in het N2 project van het MultimediaN onderzoeksprogramma geanalyseerd. Vervolgens zijn de uitkomsten vergeleken met de voorspellingen die de drie theorieën maken over wetenschappelijke kennisproductie in het hedendaagse wetenschapssysteem.

De analyse is uitgevoerd op basis van de notie dat kennisproductie altijd plaatsvindt binnen een specifieke onderzoekspraktijk. Deze onderzoekspraktijk bepaalt voor een gedeelte hoe de kennisproductie plaatsvindt en wat voor output er gegenereerd wordt. Een onderzoekspraktijk bestaat uit betrokken actoren, hun doelen, dominante zoekstrategieën (heuristieken) in het onderzoeksdomein, de organisatie van de samenwerking en middelen die de onderzoekers tot hun beschikking hebben. Deze aspecten bepalen een onderzoekspraktijk en beïnvloeden daarmee de kennisproductie.

Het MultimediaN onderzoeksprogramma

Het N2 project is onderdeel van het MultimediaN onderzoeksprogramma. Dit programma heeft doelen en criteria gesteld aan de kennis die onderzoekers dienen te produceren. De kennis dient naast wetenschappelijk nieuw ook economisch en/of maatschappelijk relevant te zijn. Tevens dient men (delen van) de kennis te incorporeren in zogeheten demonstrators. Zo kan men laten zien dat de kennis die is ontwikkeld ook echt functioneert. De samenwerking vindt plaats binnen verschillende projecten, die bestaan uit verschillende werkpakketten waarin het werk wordt uitgevoerd. In deze projecten dient kennisuitwisseling te ontstaan tussen kennisinstellingen, private en publieke partijen.

Kennisproductie in het N2 project

In het N2 project van MultimediaN trachten onderzoekers technologieën te ontwikkelen die de interactie tussen computer en mens dienen te vergemakkelijken. De kennisproductie in N2 vindt niet plaats op basis van concrete eindproducten die MultimediaN voor ogen heeft. Het doel is met name wetenschappelijk hoogstaande kennis te genereren welke vervolgens gebruikt kan worden door andere actoren. Van de zes aanwezige werkpakketten in het N2 project zijn er vier geanalyseerd waarin onderzoekers van de TUDelft en TNO werkzaam zijn. De kennisproductie in het N2 project laat het volgende zien met betrekking tot de drie bovengenoemde thema's:

Relatief autonome kennisproductie: In het N2 project voeren de actoren afzonderlijk hun onderzoek uit. Men werkt niet actief samen aan problemen met andere kennisproducenten in het N2 project. De actoren zetten binnen het N2 project het werk voort waarin zij specialist zijn. Deze kennis kunnen zij gebruiken voor publicaties en in het geval van TNO om te incorporeren in producten.

Samenwerking zichtbaar in demonstrator ontwikkeling: Alleen in het vijfde werkpakket werken de partijen actief samen in het creëren van de demonstrator. De deelnemers van het N2 project, voelen zich echter niet geprikkeld om zelf ook actief te investeren in de ontwikkeling van de demonstrators. De demonstrator levert voor de betrokken deelnemers in N2 geen meerwaarde op. De ontwikkeling van deze demonstrator wordt dan ook uitgevoerd door software engineers die betaald worden uit een ander project van MultimediaN.

Actoren met verschillende doelen: De deelnemers hebben uiteenlopende doelen om te participeren in de projecten. TNO is met name geïnteresseerd in nieuwe kennis om in producten te verwerken. De onderzoekers van de TUDelft willen de kennis gebruiken om te kunnen publiceren.

Verspreiding van de kennis: Het publiceren van de gegevens blijft voor de onderzoekers van de TUDelft de belangrijkste wijze om aan de buitenwereld te laten zien wat men heeft ontwikkeld. De onderzoekers van TNO publiceren ook. Maar de AIO van TNO wil toch ook zo snel mogelijk een werkend artefact creëren dat in een realistische omgeving kan functioneren. De kennis in de afzonderlijke werkpakketten wordt voor eigen gebruik aangewend. Kennisstromen tussen de verschillende actoren in de verschillende werkpakketten zijn niet te bespeuren. Kennistransfer naar de eerste gebruiker is wel bespeurbaar in het derde werkpakket.

Type kennis; Functionerende kennis binnen een specifieke context: De kennis die de onderzoekers van TNO en de TUDelft ontwikkelen, is kennis die moet functioneren. Het zijn geen theorieën maar het zijn emotiedetectoren die afgerekend worden op hoe accuraat emoties voorspeld worden. De kennis die wordt ontwikkeld, is in het geval van het onderzoek door TNO en de TUDelft gestileerd, ontdaan van

complexiteiten. Toch probeert men wel zoveel mogelijk deze stilering voorbij te gaan. De onderzoekers zien het als hun taak om systemen te ontwikkelen die zo goed mogelijk om kunnen gaan met de complexiteit van de werkelijkheid.

Type kennis; Probabilistische kennis: De emotiedetectoren die de onderzoekers van TNO en de TUDelft ontwikkelen zijn gebaseerd op probabilistische modelleringstechnieken. De onderzoekers hebben geen pretenties ware kennis te creëren. Vanaf de eerste stap is het voor de onderzoekers duidelijk dat de uitspraken die het systeem zal doen over de emoties van mensen bestaat uit waarschijnlijkheidsuitspraken. Deze methode is in het onderzoeksdomain breed geaccepteerd en de onderzoekers beschouwen het als de meest effectieve manier om op het gebied van emotiedetectie wetenschappelijke vooruitgang te boeken.

Heuristieken van de wetenschappers: Het populaire klassieke beeld over de wetenschapper is iemand die in een academische context, op zichzelf of in een besloten groep van mede wetenschappers, nieuwe kennis produceert met een universeel karakter. In het N2 project zijn onderzoekers niet meer bezig met het creëren van ware of universele kennis. De rol van de onderzoekers hier is om wetenschappelijke kennis te ontwikkelen die tegelijkertijd meerwaarde heeft voor de maatschappij. De ontwikkeling van universele kennis is geen doel voor de onderzoekers, maar het pragmatische succes van een functioneel artefact in een specifieke context is belangrijk. Vervolgens is het voor de wetenschappers een uitdaging om een zo goed mogelijk functionerende emotiedetector te creëren in een zo realistisch mogelijke omgeving.

Onderzoeksagenda's van de wetenschappers: De onderzoekers van de TUDelft hebben contacten met het bedrijfsleven, maar intern wetenschappelijke heuristieken lijken dominant te zijn in de bepaling van de onderzoeksagenda. De onderzoekers beamen dat wat zij doen relevant is voor problemen die leven in de maatschappij en dat de ontwikkelde kennis op termijn ook economische meerwaarde kan opleveren. Een belangrijke heuristiek in het wetenschappelijke onderzoeksveld is dan ook het toelaten van zoveel mogelijk complexiteit om de emotiedetector te laten werken in een zo realistisch mogelijke context. De onderzoekers van TNO hebben mede als doel om kennis te incorporeren in producten. Het functioneren van de kennis in een realistische of complexe context is dan ook belangrijk en de onderzoekster van TNO richt zich hierop.

Conclusies:

Kennisproductie in een hybride onderzoekpraktijk: het N2 project

Het MultimediaN onderzoeksprogramma beoogt de interactie tussen de verschillende actoren te bevorderen. Tevens stelt het onderzoeksprogramma criteria aan de kennisontwikkeling die niet alleen wetenschappelijk zijn, maar ook economisch en maatschappelijk. In het project hebben verschillende actoren deeltaken gekregen om de mens-machine interactie te verbeteren. De onderzoeksagenda's van de actoren lijken vrij autonoom te zijn ten opzichte van de structuur die de directie heeft opgelegd. Binnen de werkpakketten gaan de onderzoekers voornamelijk verder met het uitvoeren van onderzoek dat interessant is voor hen. Toch laten de activiteiten van de onderzoekers van TNO wel zien dat ze het belangrijk achten om kennis die functioneert binnen een zeer gestileerde omgeving zo snel als het kan te verplaatsen naar een meer praktische context. De onderzoekspraktijken van de individuele deelnemers zijn dus zeer dominant wat betreft het functioneren van de onderzoekers bij TNO en de TUDelft. Het type kennis dat de onderzoekers van TNO en de TUDelft ontwikkelen, is geen onderdeel van een kosmopoliete ontwerpstructuur die door het onderzoekprogramma wordt geïnduceerd. Het gebruik van probabilistische

modelleringstechnieken en de focus van de onderzoekers op het succes waarmee de analysesystemen een functie vervullen, lijkt een kenmerk te zijn van het gehele onderzoeksdomein waarin de onderzoekers zich bevinden. De probabilistische methoden zijn in het onderzoeksdomein breed geaccepteerd als de effectieve manier om wetenschappelijke vooruitgang te boeken.

Consequenties voor bestaande theorieën

Het Finaliseringsmodel van de Starnbergers:

Het onderzoeksveld van de MultimediaN onderzoekers is multidisciplinair van aard en de onderzoekers in het veld zijn van begin af aan al gefocust op het creëren van kennis die gebruikt kan worden door andere actoren in een realistische omgeving. De onderzoekers bij de TUDelft en TNO zijn wel te typeren als taak of probleem georiënteerde wetenschappers. Alle onderzoeksactiviteiten zijn gericht op het creëren van modellen die het probleem van de mens machine interactie kunnen verminderen. De onderzoekers zijn zich bewust van hun pragmatische aanpak en alle onderzoekers in het onderzoeksveld delen deze heuristiek om praktische vooruitgang te boeken. Dit komt overeen met de gedachten van de Starnbergers.

Echter, het beeld van de Starnbergers, dat er theoretische ontwikkelingen zijn geweest in het onderzoeksdomein die het probleemgeoriënteerde veld domineren is in werkelijkheid complexer. Theorieën uit onder andere de psychologie, informatica, kunstmatige intelligentie en wiskunde worden impliciet en expliciet gebruikt in een totaal nieuw onderzoeksveld waarin een geheel nieuw type probleem opgelost dient te worden.

The New Production of Knowledge:

Van een 'context of discovery' naar een 'context of application': In een Mode 2 omgeving is het oplossen van problemen en het toepassen van kennis in maatschappelijk relevante contexten een dominante activiteit geworden. De activiteiten in het N2 project zijn inderdaad probleem georiënteerd. Gibbons et al. stellen ook dat een continue wisselwerking tussen de meer kosmopoliete of abstractere kennis en de lokale of meer gesitueerde kennis plaatsvindt. Dit laatste is niet waarneembaar in deze casus. De contacten tussen de TUDelft en Vicar Vision zijn aanwezig maar van een wisselwerking is geen sprake. De auteurs stellen dat onderzoekers die zich richten op gecontextualiseerde kennis en daarmee een diversiteit aan externe factoren meenemen, succesvoller zijn dan onderzoekers die dit niet doen. De onderzoekers van de TUDelft ontwikkelen kennis die niet makkelijk toepasbaar is in een praktische omgeving omdat veel complexiteit is weggehaald om het detectiesucces te vergroten. Toch is de onderzoekerleidster een belangrijk lid van de internationale onderzoeksgemeenschap op het gebied van mens-machine interactie.

Interdisciplinaire opzet van het onderzoek: Het onderzoeksveld van de onderzoekers van TNO en de TUDelft is zeker multidisciplinair. Volgens Gibbons et al. doorsnijdt in deze transdisciplinaire domeinen de theoretische kern verschillende disciplines. Het onderzoek in het N2 project echter kan beschreven worden in termen van de nagenoeg totale afwezigheid van theorievorming en een primaire focus op het functioneren van een systeem door succesvolle modelleringstechnieken te ontwikkelen.

Nieuwe locaties van kennisproductie: De samenwerking in een Mode 2 omgeving zou als volgt te typeren zijn: netwerkvormend, verschillende spelers delen kennis en meer tastbare resources, zoals mensen en onderzoeksinfrastructuur. Het onderzoek vindt plaats in hybride onderzoekspraktijken. Maar op het niveau van het N2 project vindt geen samenwerking plaats en de posities van TNO en de onderzoekers van de TUDelft blijven autonoom.

In een Mode 2 omgeving zou in toenemende mate sprake zijn van integratie van activiteiten van de verschillende typen spelers waarbij verschillen vervagen. In het geval van het N2 project is duidelijk zichtbaar dat de actoren duidelijk afgebakende deeltaken hebben gekregen in het programma. Van een situatie waarin de verschillen tussen de actoren verdwijnen of zich in deze richting bewegen, kan dan ook moeilijk gesproken worden. Met name de positie van de onderzoekers van de TUDelft is autonoom en wetenschappelijk georiënteerd te noemen. De onderzoekers van TNO aan de andere kant lijkt beter in het kader te passen van een Mode 2 organisatie.

Veranderende evaluatiecriteria, sturing van onderzoek: Onderzoekers, zouden volgens Mode 2, in toenemende mate hun onderzoek dienen te verantwoorden. Deze verantwoording van onderzoek is goed zichtbaar in deze casus. MultimediaN dient te onderbouwen waar gelden aan besteed worden en wat de opbrengsten zijn in termen van wetenschappelijke, economische, maatschappelijke en innovatieve output. Maar op het niveau van de individuele actoren komt een complexer beeld naar voren. De vakgroep MMI van de TUDelft heeft maar één belangrijk doel en dat is het creëren van robuuste en gerespecteerde status onder internationale collega's door interessant onderzoek te verrichten. Directe economische of maatschappelijke criteria spelen meer op de achtergrond mee bij het verkrijgen van subsidies, waarbij men de relevantie van het onderzoek dient aan te tonen. In het geval van TNO is deze hybride of samengestelde vorm van evaluatiecriteria wel zichtbaar. TNO ontwikkelt wetenschappelijke kennis, wil deze publiceren en tegelijkertijd ook inbouwen in producten.

Meer en heterogene communicatie: Volgens 'the New Production of Knowledge' vindt in een Mode 2 omgeving een toenemende mate van communicatie plaats tussen verschillende typen partijen. Toenemende communicatie is inderdaad vindbaar op het niveau van MultimediaN, waarin verschillende actoren participeren in verschillende projecten. Echter, de samenwerking tussen de actoren in het N2 project, vindt voornamelijk plaats om een doel van MultimediaN te dienen: het creëren van een demonstrator. Hiermee kunnen de onderzoekers laten zien dat de geproduceerde kennis kan functioneren en relevant is.

Triple Helix model

Het Triple Helix model beschrijft de samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennisinstellingen als een continu proces van integratie en differentiatie. Dit idee komt overeen met de beschrijving van de N2 casus. Ook hierin zijn verschillende typen actoren aanwezig die vanuit hun eigen achtergronden participeren in de samenwerking, waarin soms wetenschappelijke en dan weer economische en wetenschappelijke of maatschappelijke doelen domineren. De samenwerking zoals deze is geconstateerd in het N2 project, is één van de manieren waarop de samenwerking in deze hybride contexten kan plaatsvinden. Het MultimediaN programma, waarbinnen het N2 project valt, is een hybride organisatie met economische, maatschappelijke en wetenschappelijke doelen. In het N2 project zelf is geen sprake van expliciete samenwerking. De TUDelft en TNO opereren in feite binnen de afzonderlijke werkpakketten op relatief autonome wijze. Andere actoren beïnvloeden het onderzoek niet. Het is dan ook niet perse noodzakelijk dat in de hybride organisaties die het Triple Helix model beschrijft, doelen zich op actor niveau met elkaar vermengen. Het Triple Helix model lijkt te impliceren dat de werkwijze en doelen van betrokken actoren in deze contexten ook zouden veranderen, omdat in deze hybride organisaties verschillende doelen gediend moeten worden. In het N2 project blijven TNO en de TUDelft hun bestaande werkzaamheden dan ook voortzetten in een nieuwe organisatie. Deze organisatie biedt de mogelijkheid het onderzoek uit te voeren zonder dat de actoren hun doelen en/ of werkzaamheden dienen aan te passen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding.....	1
1.2	Probleemstelling.....	2
1.3	Structuur van de scriptie.....	3
2	Bestaande conceptualiseringen van de kennisproductie binnen wetenschapssystemen.....	4
2.1	Inleiding	4
2.2	De ontwikkeling van wetenschappelijke kennis volgens de Starnbergers	5
2.2.1	Algemene beschrijving	6
2.2.2	Kritieken op het model	7
2.2.3	Uitspraken over de kennisproductie.....	8
2.3	Mode 2: the new production of knowledge	9
2.3.1	Algemene beschrijving	9
2.3.2	Kritieken op Mode 2	12
2.3.3	Uitspraken over de kennisproductie.....	13
2.4	Relaties tussen overheden, wetenschappers en industrie als een co-evoluerende helix	14
2.4.1	Algemene beschrijving	15
2.4.2	Kritieken op het Triple Helix model en uitspraken over de kennisproductie	16
2.5	Conclusie.....	17
3	Theoretisch kader	18
3.1	Inleiding	18
3.2	Kennisproductie in hybride onderzoekspraktijken	18
3.2.1	Conceptualisering van een hybride wetenschappelijke onderzoekspraktijk	18
3.2.2	Wetenschappelijke kennis: een constructie van verschillende entiteiten in een onderzoekspraktijk	20
3.2.3	De invloed van een onderzoekspraktijk op de kennis(productie)	21
3.2.4	Conceptualisering van de kennisproductie in wetenschappelijke onderzoekspraktijken.....	23
3.3	Conclusie.....	28
3.3.1	Beantwoording van de onderzoeksvragen.....	30
3.3.2	Beperkingen van het model	30
3.4	Onderzoeksmethode & beperkingen	31
4	Het onderzoeksprogramma MultimediaN.....	33
4.1	Inleiding	33
4.2	Het ontstaan van MultimediaN	33
4.3	Het wetenschappelijke domein van multimedia en informatie-technologie.....	34
4.3.1	Multimedia?!.....	34
4.3.2	Structuur van het multidisciplinaire onderzoeksveld	35
4.3.3	Aandachtsgebieden & centrale problemen	36
4.3.4	Conclusie	37
4.4	Rol en plek in het Nederlandse innovatiesysteem	37
4.4.1	De BSIK-regeling	38
4.4.2	Conclusie	39
4.5	Visie, missie en doelstellingen.....	39
4.5.1	Visie: multimedia is de toekomst!.....	39
4.5.2	Missie.....	40
4.5.3	Doelstellingen	41
4.5.4	Conclusie.....	42
4.6	Organisatie van de samenwerking in MultimediaN.....	42
4.6.1	Visie van MultimediaN op de organisatie van de samenwerking	42
4.6.2	Organisatie van de samenwerking op programmaniveau	43
4.6.3	Organisatie van de samenwerking binnen de individuele projecten.....	45
4.7	Conclusie: consequenties voor de kennisproductie in N2	46

5	Kennisproductie in het Multimedial N2 project.....	48
5.1	Inleiding.....	48
5.2	Doelen en betrokken actoren.....	49
5.2.1	Globaal doel.....	49
5.2.2	Inhoudelijk doel.....	49
5.2.3	Betrokken actoren.....	50
5.2.4	De werkpakketten van het N2 project.....	50
5.2.5	De samenwerking en coördinatie tussen de werkpakketten.....	51
5.3	Kennisproductie in werkpakket 1B.....	52
5.3.1	Schets van de onderzoekspraktijk.....	53
5.3.2	Ontwikkeling van de kennis.....	54
5.3.3	Verspreiden van de kennis.....	59
5.3.4	Conclusies.....	61
5.4	Kennisproductie in werkpakket 3.....	62
5.4.1	Schets van de onderzoekspraktijk.....	62
5.4.2	Ontwikkeling van de kennis.....	65
5.4.3	Verspreiden van de kennis.....	71
5.4.4	Conclusies.....	72
5.5	Kennisproductie in werkpakket 1A.....	73
5.5.1	Schets van de onderzoekspraktijk.....	73
5.5.2	Ontwikkeling van de kennis.....	74
5.5.3	Verspreiding van de kennis.....	75
5.5.4	Conclusies.....	76
5.6	Werkpakket 5: de gezamenlijke ontwikkeling van een artefact.....	77
5.6.1	Doel van de demonstrator.....	77
5.6.2	Organisatie van de samenwerking.....	77
5.6.3	Assemblage van verschillende kennisentiteiten.....	78
5.6.4	Conclusie.....	78
5.7	Conclusies kennisproductie N2.....	79
5.7.1	Samenwerking en kennisproductie in N2.....	79
5.7.2	Ontwikkeling van een bepaald type kennis.....	81
5.7.3	Rollen en gedrag van de wetenschappers.....	81
6	Conclusies & discussie.....	83
6.1	Kennisproductie in het N2 project.....	83
6.2	Het Finaliseringsmodel van de Starnbergers.....	84
6.3	The New Production of Knowledge.....	85
6.4	Triple Helix model.....	89
6.5	Discussie & reflectie.....	89
6.5.1	Generaliseerbaarheid van de resultaten.....	89
6.5.2	Verder onderzoek.....	90
6.5.3	Reflectie.....	91

Bijlagen:

Bijlage 1: Uitwerking begrip onderzoekspraktijk.....

1 Inleiding

"Het wetenschapssysteem bevindt zich in een overgangsfase, in wisselwerking met bredere maatschappelijke en economische veranderingen. ..., maar veel is nog onduidelijk. Er is daarom behoefte aan systematisch onderzoek naar het functioneren van het wetenschapssysteem en de veranderingen daarin, ofwel aan social science for science policy."

Rathenau Instituut, Science System Assessment¹

1.1 Aanleiding

Of wetenschapssystemen in de wereld zich in een overgangsfase bevinden, is onderwerp van een voortgaand debat tussen onderzoekers en beleidsmakers. Feit is wel dat onderzoek in de technische wetenschappen in Nederland in toenemende mate plaatsvindt binnen onderzoeksprogramma's, waarbij zowel private als publieke partijen betrokken zijn. Binnen deze programma's komen universiteiten, publieke onderzoeksinstituten zoals TNO, bedrijven en publieke instellingen bij elkaar. De motivatie achter het opzetten van deze programma's, met verschillende typen actoren, is vooral meer maatschappelijk relevante kennis te generen en daardoor meer economisch succes te creëren. Ook worden via deze multi actor constructies maatschappelijke belangen vertegenwoordigd in wetenschappelijk onderzoek en technisch-wetenschappelijke innovatietrajecten.

Er is nog relatief weinig empirisch onderzoek gedaan naar de kennisproductie in onderzoekspraktijken waarin naast wetenschappers ook bedrijven en overheden participeren. Wetenschapsfilosofen en –sociologen hebben de afgelopen drie decennia wel getracht op basis van een beperkt aantal empirische cases tot theorievorming te komen op dit gebied. Wetenschappelijke theorievorming zou kunnen bijdragen aan een beter begrip over de wijze waarop de kennisproductie plaatsvindt in deze onderzoekspraktijken. Drie theorieën hebben in de afgelopen drie decennia een belangrijke positie gehad in het onderzoek naar wetenschappelijke kennisproductie. Dit zijn de *Finaliseringsthese* van de Starnbergers, *'the New Production of Knowledge'* en het *Triple Helix* model. De theorieën beschrijven op een abstract niveau hoe de samenwerking plaatsvindt en wat de rollen van de verschillende actoren in de samenwerking is. Beleidsmakers, met name in Europa, hebben behoefte aan dit soort theorieën. Op basis hiervan kan men namelijk beleid ontwikkelen voor het opzetten van wetenschappelijk onderzoek. Het ontwikkelen van theorieën die de samenwerking in het wetenschapssysteem beschrijven, is dan ook niet alleen een academische exercitie, maar kan grote invloed hebben op de wijze waarop onze maatschappij miljarden euro's aan wetenschappelijk onderzoek investeert. Het is dan ook belangrijk om te kijken in hoeverre de uitspraken van deze theorieën overeenkomen met praktijk van het hedendaags wetenschappelijk onderzoek.

¹ Velzen W. van, (2006), Rathenau Instituut, Science System Assessment, Onderzoeksprogramma 2005-2008

1.2 Probleemstelling

Er is nog relatief weinig empirisch onderzoek gedaan naar de kennisproductie in een context waarin ook overheden en het bedrijfsleven samenwerken. De drie bovenstaande theorieën trachten de dynamieken te beschrijven die plaatsvinden in deze hybride onderzoekspraktijken waarin niet alleen academische onderzoekers participeren in het onderzoek, maar ook andere actoren zoals bedrijven en publieke instellingen. Daarnaast doen de theorieën uitspraken over het functioneren van wetenschappelijke onderzoekers binnen deze onderzoekspraktijken. De antwoorden die de theorieën bieden, verschillen van elkaar en staan soms haaks tegenover elkaar. En de empirische basis van de theorieën staat ter discussie.

Dit onderzoek wil daarom een concrete wetenschappelijke onderzoekspraktijk analyseren en beschrijven hoe binnen deze onderzoekspraktijk de kennisproductie plaatsvindt. Vervolgens kan getoetst worden in hoeverre de uitspraken van de drie bovengenoemde theorieën overeenkomen met de onderzochte onderzoekspraktijk.

Het onderzoek zal bestaan uit een analyse van het N2 project van het onderzoeksprogramma MultimediaN.² Het betreft een technisch-wetenschappelijk onderzoeksprogramma op het gebied van video-, beeld- en spraaktechnologie. Kennisinstanties werken in het N2 project samen met het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties (belangenorganisaties en overheden) met als doel nieuwe technowetenschappelijke kennis te creëren op het gebied van emotiedetectie en intelligente interactie tussen mens en machine. Door de kennisproductie te volgen binnen het N2 project is het mogelijk om de dynamieken binnen deze casus te vergelijken met de drie bovenstaande theorieën, die uitspraken trachten te doen over de kennisproductie binnen wetenschappelijke onderzoekspraktijken waarbinnen niet alleen wetenschappers maar ook bedrijven en publieke instellingen deelnemen.

Op basis hiervan kan de volgende onderzoeksvraag geformuleerd worden:

Hoe vindt de kennisproductie plaats binnen het N2 project van het MultimediaN programma, waarin meerdere type actoren zijn betrokken? En hoe verhoudt deze casus zich tot de bestaande theorieën over wetenschappelijke kennisproductie in dit type wetenschappelijke onderzoekspraktijken?

² Voor uitgebreidere informatie zie: <http://www.multimediana.nl>

1.3 Structuur van de scriptie

Het doel van dit onderzoek is het beschrijven van de kennisproductie in een specifieke casus en het vervolgens vergelijken van deze casus met bestaande theorieën die de samenwerking in het wetenschapssysteem trachten te beschrijven. Om dit te bereiken heeft de scriptie de volgende structuur. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van bestaande theorieën die de kennisproductie conceptualiseren in het huidige wetenschapssysteem. Deze theorieën doen in meer of mindere mate voorspellingen over hoe de samenwerking plaats zou vinden, wat voor kennis men zou produceren en wat de rollen en het gedrag van een wetenschapper zou zijn in een context waarin niet alleen wetenschappers maar ook bedrijven en overheden aanwezig zijn. De vraag is of de theorieën ook overeenkomen met de praktijk.

Om tot een onderbouwde en zorgvuldige beschrijving te komen van de kennisproductie in het N2 project, is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in hoe de kennisproductie binnen een onderzoekspraktijk gevolgd kan worden. Dit gebeurt in hoofdstuk 3. De kennisproductie die plaatsvindt binnen een onderzoekspraktijk is altijd gericht op de criteria die gelden binnen deze onderzoekspraktijk. In dit onderzoek is de onderzoekspraktijk een hybride onderzoekspraktijk waarin meerdere typen actoren samenwerken en verschillende doelen opgelegd worden aan de kennis. De kennis moet niet alleen wetenschappelijk nieuw zijn maar ook economische relevant. Ook gebruiken de onderzoekers bepaalde methoden en is de kennisproductie op een bepaalde wijze georganiseerd. Het zijn onder andere deze aspecten die bepalen hoe de kennisproductie plaatsvindt.

Hoofdstuk 4 geeft vervolgens een introductie van het MultimediaN onderzoeksprogramma en schetst daarmee de algemene context waarin de kennisproductie plaatsvindt. Deze introductie is belangrijk omdat de doelen en criteria, alsmede de wijze van samenwerking gecoördineerd worden vanuit het MultimediaN programma. Daarmee heeft het onderzoeksprogramma mogelijk invloed op de kennisproductie in het N2 project. In hoofdstuk 5 vindt vervolgens de analyse van de kennisproductie plaats zoals deze aanwezig is in het N2 project van MultimediaN.

Dit geeft het onderzoek de mogelijkheid om in hoofdstuk 6 conclusies te trekken. Wat betekent het voor de wetenschappelijke kennisontwikkeling dat het onderzoek is ondergebracht in een onderzoeksprogramma met meerdere typen actoren? En hoe verhoudt de kennisontwikkeling in het N2 project zich tot de bestaande uitspraken van de drie bestaande theorieën.

2 Bestaande conceptualiseringen van de kennisproductie binnen wetenschapssystemen

2.1 Inleiding

Het doel van dit onderzoek is de kennisproductie in een concrete casus te beschrijven en deze vervolgens te vergelijken met bestaande theorieën die de kennisproductie in het hedendaagse wetenschapssysteem beschrijven. Het maken van deze vergelijking is relevant omdat huidige conceptualiseringen van kennisproductie in hedendaagse onderzoeksprogramma's soms een relatief kleine empirische inhoud hebben of problematische uitspraken geven over ontwikkelingen die onderzoekers menen te bespeuren in het wetenschapssysteem.

Dit hoofdstuk bespreekt de drie wetenschappelijke theorieën die in de afgelopen decennia zijn ontwikkeld om de dynamieken in wetenschapssystemen te beschrijven. Deze theorieën beschrijven allen op enige wijze de interactie tussen wetenschappers, bedrijven en publieke instellingen. Als het zo is dat wetenschappers in toenemende mate gaan samenwerken met andere actoren, komen drie vragen naar voren die beantwoording behoeven:

1. Hoe vindt de samenwerking plaats en hoe vindt de wetenschappelijke kennisproductie binnen deze samenwerking plaats?
2. Wat voor type kennis produceren de onderzoekers in deze hybride onderzoekspraktijken?
3. Wat voor rol hebben wetenschappers in deze samenwerkingsverbanden?

Thema 1: Samenwerking en de productie van kennis

Allereerst impliceert de combinatie van samenwerking en kennisproductie dat er verschillende actoren samenwerken en er een bepaalde arbeidsdeling is in de kennisproductie. De bestaande theorieën met betrekking tot wetenschappelijke kennisproductie conceptualiseren deze kennisproductie op verschillende wijzen. De vraag rijst hier hoe de samenwerking en de wetenschappelijke kennisproductie binnen het N2 project plaatsvindt? En hoe verhoudt deze casus zich vervolgens tot de bestaande theorieën?

Thema 2: De productie van een bepaald type kennis

Wetenschappelijk onderzoek produceert bepaalde uitkomsten. Wat gebeurt er als er meerdere actoren bij de kennisproductie betrokken zijn? Wat voor type kennis produceren wetenschappers in deze context? Mode 2 en de Starnbergers stellen dat gecontextualiseerde kennis zeer belangrijk is, alsmede het verplaatsen van deze kennis naar de maatschappij.

Thema 3: De rollen en het gedrag van wetenschappers

Als laatste is het interessant om inzichtelijk te maken hoe wetenschappers in deze context functioneren. Immers, de klassieke (en populaire) visie van de wetenschapper is die van de autonome laborant die naar buiten rent en 'eureka!!' roept. Dit beeld is misschien niet vol te houden als deze wetenschapper nauwer samen gaat werken met andere actoren in de maatschappij, zoals bedrijven en publieke instellingen.

Structuur van dit hoofdstuk

De bovenstaande thema's worden benoemd door ieder van de drie conceptualisering, in mindere of meerdere mate, hetzij impliciet, hetzij expliciet. Allereerst komt in paragraaf 2.2 de Finaliseringstheorie van de Starnbergers naar voren. Dit model was een van de vroegste conceptualisering die een externe invloed op het wetenschappelijke systeem onderschreef en mede aan de basis heeft gestaan van het denken over sociale invloeden op de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis. Paragraaf 2.3 beschrijft de ontwikkelingen die volgens Gibbons et al plaatsvinden in het hedendaagse wetenschapssysteem en door de auteurs 'the New Production of Knowledge' genoemd wordt. Dit werk heeft de afgelopen tien jaar een enorme impact gehad op beleidsvisies met betrekking tot de inrichting van het wetenschapssysteem.³ De derde theorie (paragraaf 2.4) is het Triple Helix model dat op zeer abstract niveau de interacties tussen het bedrijfsleven, overheden en academia tracht te conceptualiseren. Paragraaf 2.5 sluit dit hoofdstuk af door aan de hand van de drie net genoemde theorieën de bovengenoemde thema's uitgebreider te bespreken.

2.2 De ontwikkeling van wetenschappelijke kennis volgens de Starnbergers

"The ideal of maximum attainable precision gives way to demands for reasonable precision in view of the practical purpose"

Gernot Böhme

Begin jaren tachtig van de 20ste eeuw is een groep wetenschapsfilosofen in Starnberg (een stad in toenmalig West-Duitsland) zich gaan richten op de stuurbaarheid en de daadwerkelijke sturing van de wetenschap. De groep is mede na controverses omtrent dit onderwerp ontbonden. Uitspraken over de stuurbaarheid van de wetenschap lagen destijds, en misschien nu nog steeds, gevoelig omdat dit zou impliceren dat wetenschap geen autonome positie meer zou hebben.⁴

³ Een mooi voorbeeld is: L.J. Brinkhorst, Minister van Economische Zaken, 'Vanuit de ivoeren toren naar de agora', redevoering tijdens de opening van het academisch jaar 2004-2005 van de Universiteit Twente

⁴ G. Böhme et al, Finalization in science: The Social Orientation of Scientific Progress, 1983, Reidel, Dordrecht

2.2.1 Algemene beschrijving

De onderzoekers in Starnberg zagen zich eind jaren zeventig geconfronteerd met het verschijnsel dat overheden onderzoek financierden dat voordelen kon bieden aan de maatschappij. Met deze subsidiering trachtte de overheid ook de richting van het onderzoek te beïnvloeden. Dit was in contrast met het ideaal van de 'Republic of Science' dat de vrijheid van wetenschappelijk onderzoek propageert.⁵ De Starnbergers waren één van de eersten die hebben getracht deze sociale invloeden op het wetenschapssysteem te beschrijven en een plek te geven in een theorie die de ontwikkeling van wetenschappelijke disciplines beschrijft en haar relatie met de maatschappij.⁶

Wetenschap is volgens de Starnberger-groep een 'social resource' geworden. De auteurs willen laten zien dat de ontwikkeling van kennis niet alleen door interne criteria wordt vormgegeven maar ook door externe (sociale, economische en politieke) criteria. De theorie gaat uit van een zeer aanbod gedreven wetenschap. Bepaalde onderzoeksdisciplines ontstaan en van hieruit ontwikkelen wetenschappers theorieën die tot paradigmavorming leiden. Als deze domeinen volwassen zijn geworden, is het mogelijk geworden om directe problemen op te lossen. Er treedt volgens de onderzoekers een proces van finalisering op waarin bepaalde domeinen zich ontwikkelen tot volwassen domeinen die door de maatschappij gebruikt kunnen worden om maatschappelijke en economische problemen op te lossen.

De stuurbaarheid van (wetenschappelijke) kennisontwikkeling⁷

De Starnbergers beschouwen wetenschappelijke kennisontwikkeling als een zoekproces met een open einde. In een wetenschapsdomein zijn bepaalde zoekregels die de onderzoekers dienen te volgen om geaccepteerd te worden in dit domein. Deze zoekregels worden ook wel heuristieken genoemd. Heuristieken zijn over het algemeen principes die interne regels omvatten die in een specifiek wetenschappelijk domein dominant zijn. De heuristieken worden volgens Böhme et al. echter ook beïnvloed door externe criteria. Kennis dient bijvoorbeeld milieuvriendelijk te zijn of niet vrijheidsbelemmerend.

Het finaliseringsmodel: de vier fasen van ontwikkeling van wetenschappelijke kennis

De stuurbaarheid van de wetenschappelijke domeinen is niet overal hetzelfde, maar de regulatieven zijn anders afhankelijk van het stadium waarin een wetenschappelijk domein zich bevindt. De Starnbergers onderscheiden een viertal stadia, waarin een wetenschappelijk domein zich kan bevinden. De ontwikkeling van een wetenschappelijk domein leidt volgens de Starnbergers uiteindelijk tot een domein dat een bepaalde volwassenheid heeft bereikt. Het domein bereikt een bepaalde eindstatus, vandaar dat de auteurs de term finalisering gebruiken. Als deze status is bereikt, is het mogelijk voor de maatschappij om met deze kennis problemen gaan op te lossen. In dit stadium kan dan ook gesproken worden van een functionalisering van de wetenschap waarin wetenschappelijke kennis wordt aangewend voor maatschappelijk gebruik.

⁵ De idee van een 'republic of science' is geïntroduceerd door Michael Polanyi. Hij pleit voor een samenleving waarin wetenschappers autonoom kunnen opereren. Zij zijn namelijk de experts aldus Polanyi

⁶ Rip A., (1997), 'a cognitive approach to the relevance of science', *Social Science Information*, vol 36 (4)

⁷ De tekst in de rest van deze paragraaf is veel gevallen gebaseerd op: Rip A., 'Sturing en stuurbaarheid van de wetenschappen' in: *Wetenschapsleer; Filosofisch en maatschappelijk perspectief op de natuur- en sociaal-culturele wetenschappen*, Korthals M. (ed.), (1989), Boom

De eerste fase: de pre-paradigmatische of exploratieve fase

In eerste instantie is er op bepaalde gebieden geen vaststaand paradigma. Er kunnen verschillende benaderingen van een probleem zijn. "De structurering van het zoekproces is gebaseerd op algemeen-wetenschappelijke regulatieven als precisie, beheersing van omstandigheden en universalisering".⁸

De tweede fase: paradigma articulatie

Vervolgens stabiliseert zich op een gegeven moment de wetenschap in een bepaald paradigma. Er is een bepaalde theorie die het domein structureert. Deze theorie levert de regels die bepalen wat productieve heuristieken zijn. Het volgen van deze regulatieven is dan ook het geval.

De derde fase: volwassenheid van de wetenschappelijke theorieën

In deze fase zijn de structuren voor het domein duidelijk en worden de 'witte vlekken' die nog bestaan opgevuld. Er is meer vrijheid om verschillende empirische technieken te gebruiken om betrouwbare uitspraken te doen over de werkelijkheid.

De vierde fase: Specifieke discipline ontwikkeling, functionalisering

In de vierde fase wordt de invloed van externe factoren volgens de Starnbergers voelbaar. Op het moment dat algemene theorieën zijn geformuleerd kunnen vanuit problemen op situatie specifieke problemen nieuwe theorieën worden toegepast die een kleiner bereik hebben, maar wel een groter verklarend en voorspellend karakter hebben in deze lokale situaties. De idee van de finalisering van wetenschappelijke kennis onderkent een link tussen interne en sociale regulatieven. Beide hebben invloed op de uitkomst van theorieën. De aard van de natuur is niet meer primair belangrijk bij het ontwikkelen van theorieën, maar als vanuit een wetenschappelijk paradigma het plaatje wordt ingevuld, zijn ook economische en politieke belangen van invloed. "*Het ideaal van maximaal haalbare precisie maakt plaats voor redelijke precisie met het oog op de praktische toepassing van de kennis*" aldus de Böhme.

2.2.2 Kritieken op het model

Het Finaliseringsmodel van de Starnbergers heeft veel kritiek gekregen in de jaren tachtig. Hieronder volgen een aantal belangrijke punten van kritiek.

Ten eerste is de keuze voor vier stadia een keuze die gebaseerd is op een sterk gereduceerd beeld van de werkelijkheid. De werkelijkheid is vele malen complexer. Volgens de Starnbergers ontwikkelen wetenschappelijke disciplines zich als een vat van kennis dat zich vult. Op het moment dat het volwassen genoeg is, kan de maatschappij gebruik gaan maken van de kennis. In de werkelijkheid vinden er ook voordat er een gedegen disciplinair veld ontstaat al praktische onderzoeken plaats. Er zijn bijvoorbeeld disciplines (bv. ecologie) aldus Rip waarbij zelfs feedbackprocessen optreden en nieuwe kennis ontwikkeld wordt op het niveau van de toepassingen die effect hebben op algemenere theorieën.

Een andere beperking bestaat vervolgens uit het bepalen van het stadium waarin een wetenschapsgebied zich bevindt. Onderzoekers kunnen het doen laten lijken dat het veld al relatief volwassen is om zo onderzoeksgelden te incasseren die gebaseerd zijn op de beloften van de onderzoekers.

⁸Rip A., 'Sturing en stuurbaarheid van de wetenschappen' in: Wetenschapsleer; Filosofisch en maatschappelijk perspectief op de natuur- en sociaal-culturele wetenschappen, Korthals M. (ed.), (1989), Boom

De empirische inhoud van de theorie is vrij beperkt. De casussen die zijn gebruikt voor de onderbouwing van de theorie komen allen uit het natuurwetenschappelijke domein of uit de biologie. De sociaalwetenschappelijke disciplines zoals economie, psychologie et cetera zijn niet onderzocht.

2.2.3 Uitspraken over de kennisproductie

Wat zegt het Finaliseringsmodel van de Starnbergers over kennisproductie in een hybride context en dan specifiek in het licht van de drie genoemde thema's in de inleiding van dit hoofdstuk?

De samenwerking en de productie van kennis

De Starnbergers zien kennisontwikkeling duidelijk als een lineaire ontwikkeling waarbij een wetenschapsgebied zich manifesteert, volwassen wordt en vervolgens op basis van de theorieën de experimentele weg in kan slaan en op dat moment ook praktisch nut kan hebben voor de maatschappij. Met name in het laatste stadium kan de maatschappij invloed uitoefenen op de kennisproductie doordat het op microniveau de gecontextualiseerde kennis aan moet passen op de doelen die bijvoorbeeld bedrijven en overheden hebben inzake de kennis. Het doel van maximale precisie zou plaats maken, volgens de Starnbergers, voor redelijke precisie met het oog op de praktische toepassing van de kennis.

Verder zijn er volgens de Starnbergers geen feedbackprocessen en theoretische verschuivingen als gevolg van ontwikkelingen in het experimentele stadium. Het model staat voor een deterministische kijk op kennisontwikkeling waarin de maatschappij in het laatste stadium nog enigszins kan sturen als men toepassingen gaat ontwikkelen. Ook in dit laatste stadium worden nog theorieën ontwikkeld, maar dit zijn afgeleiden van de algemenere theorieën en ontwikkelingen op de toegepaste gebieden hebben geen repercussies voor de abstractere theorieën.

De productie van een bepaald type kennis

Het model stelt dat er een bepaald type kennis ontwikkeld wordt in verschillende stadia. In de vroegere stadia zijn het vooral theoretische ontwikkelingen die belangrijk zijn. Algemene theorieën die de ontologie vormen voor het onderzoeksdomein worden ontwikkeld, alsmede de heuristieken waaraan de onderzoekers zich dienen te houden. Pas in de latere stadia wordt meer experimentele kennis ontwikkeld. Deze experimentele kennis kenmerkt zich door de praktische toepasbaarheid, de functionaliteit van de kennis. Het zeer precies verklaren van dynamieken in een specifieke context is minder belangrijk dan de praktische werkbaarheid of functionaliteit van de kennis.

De rollen en het gedrag van wetenschappers

De rollen van de onderzoekers in de vier stadia zijn verschillend. In de vroegere stadia zijn onderzoekers zeer theoretisch georiënteerd. In de stadia van paradigma ontwikkeling en rijping worden belangrijke theoretisch wetenschappelijke doorbraken bewerkstelligt. Wat rest, als de domeinen volwassen zijn geworden, is het invullen van de gaten die op verschillende probleemgebieden bestaan met behulp van de algemenere theorieën. Het werk van de wetenschappers in de latere stadia is hiermee al snel gereduceerd

tot het braaf volgen van de regels die eerder zijn opgelegd en het semi-automatisch oplossen van problemen door het toepassen van de theorie. De auteurs van het model hebben het in dit geval dan ook over 'task-communities' die zich richten op specifieke problemen, zoals het bepalen stromingsdynamieken in waterwegen en het bedenken van oplossingen hiervoor vanuit algemenere wetten.

2.3 Mode 2: the new production of knowledge

"A new form of knowledge production is emerging alongside the traditional, familiar one. A new mode of knowledge production affects not only what knowledge is produced but also how it is produced"

Gibbons et al.

De Mode 2 theorie is een van de meest invloedrijke theorieën, zo niet de meest invloedrijke theorie geweest op het gebied van overheidsbeleid van de afgelopen tien jaar. Deze theorie is door beleidsmakers gebruikt om veranderingen in het wetenschapssysteem te bepleiten. Begrippen als het dynamiseren van wetenschappelijk onderzoek en de ondernemende rol van de Nederlandse universiteiten zijn veel gehoorde termen de afgelopen jaren.⁹ Deze paragraaf bespreekt de wijze waarop het wetenschapssysteem aan het veranderen is volgens de auteurs van 'The New Production of Knowledge'.

2.3.1 Algemene beschrijving

De auteurs van 'The New Production of Knowledge' zien ingrijpende wijzigingen in de manier waarop de kennisproductie in het wetenschapssysteem plaatsvindt¹⁰. Niet alleen de wijze van produceren verandert, maar ook de kennisoutput en de plaats waar de kennis wordt geproduceerd veranderen. Daarnaast verandert de organisatie van de kennisproductie, de beloningsstructuren en de evaluatiecriteria of kwaliteitscontrole veranderen. De wetenschap in Mode 2 staat niet meer buiten de maatschappij; de maatschappij gaat zich nadrukkelijk bemoeien met de agendabepaling van de wetenschap.

Mode 1 staat voor de traditionele wijze van kennisproductie. Deze manier van kennisproductie wordt gekenmerkt door een relatieve autonomie van de verschillende wetenschappelijke disciplines. Deze autonomie is mogelijk door de criteria die verbonden zijn aan de subsidiering van het onderzoek door de overheid in intermediaire organisaties zoals NWO.

⁹ Voorbeelden zijn: A) L.J. Brinkhorst, Minister van Economische Zaken, 'Vanuit de ivoren toren naar de agora', redevoering tijdens de opening van het academisch jaar 2004-2005 van de Universiteit Twente, B) Innovatieplatform, Reflectie op het Nederlandse Innovatie Systeem, 2004, Den Haag

¹⁰ Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott and Martin Trow, (1994), The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, London: SAGE

Mode 2 is volgens de auteurs geëvolueerd uit Mode 1. De volgende verschillen zijn op te merken:

- Onderzoeksactiviteiten zijn meer gericht op de applicatie van kennis. De programma's en projecten waarop de onderzoekers zich focussen, zijn tijdelijker van aard en meer op problemen en applicatie van kennis gericht.
- Interdisciplinair onderzoek: samenwerking tussen verschillende wetenschappelijke disciplines is frequenter en intensiever.
- De plaats van de kennisproductie verandert: kennisproductie vindt niet alleen plaats binnen universiteiten, maar kennis wordt ook ontwikkeld binnen tijdelijke samenwerkingsverbanden waarin kennisinstellingen participeren naast publieke instellingen en het bedrijfsleven.
- De sociale sturing van wetenschappelijke kennisproductie wordt binnen deze context geëxpliciteerd. De maatschappij bepaald wat relevante onderzoeksdomeinen zijn en vraagt van de wetenschap om bijdragen te leveren aan de verwezenlijking van economische en sociale doelen in de maatschappij.
- Binnen de nieuwe context veranderen de evaluatiecriteria naast de traditionele peer review evaluatie komen economische en maatschappelijke criteria te staan die het succes van de kennisproductie bepalen. De bepaling van de kwaliteit van onderzoek wordt meer context en gebruiker afhankelijk. Bovenop de wetenschappelijke criteria komen criteria zoals efficiëntie en bruikbaarheid.
- Meer en heterogene communicatie tussen bedrijven, wetenschappers en overheden.

Hieronder is een meer gedetailleerde beschrijving te vinden van de verschillende aspecten.

Van een 'context of discovery' naar een 'context of application'

Terwijl in een Mode 1 context het beschrijven van de werkelijkheid het zwaartepunt in het onderzoek is, zijn in Mode 2 het oplossen van problemen en het toepassen van kennis in maatschappelijk relevante contexten de belangrijkste activiteiten. Het onderscheid tussen toegepaste en fundamentele wetenschap is volgens de auteurs niet meer houdbaar, omdat onderzoek vaker probleem of applicatie gestuurd is. Tijdens dit type onderzoek ontdekken wetenschappers nieuwe fenomenen en worden nieuwe theorieën ontwikkeld (*discovery in the context of application*). Gibbons et al. spreken liever van "*weakly contextualised knowledge*" en "*strongly contextualised knowledge*". Er is een continue wisselwerking tussen de meer kosmopolietische of abstractere kennis en de lokale of meer gesitueerde kennis.

Door de kennisproductie te plaatsen in een context van applicatie, vertechnologiseert de hier geproduceerde kennis. De kennis raakt steeds meer verweven in artefacten en de kennis komt in deze artefacten minder expliciet tot uiting en is een mengeling van gecodificeerde en impliciete kennis. De vraag naar meer lokale en technologische kennis zorgt er volgens de auteurs ook voor dat op de universiteiten meer impliciete kennis of know how voorkomt.

Interdisciplinaire opzet van onderzoek

De context van applicatie waarin de onderzoekers werken zorgt volgens de auteurs van Mode 2 voor het ontstaan van toenemende multidisciplinairiteit. Door het onderzoek probleem, gebruik of actie gestuurd te maken is de focus niet meer alleen kennis te ontwikkelen die bepaalde dynamieken kan verklaren maar ook kennis te ontwikkelen die kan ingrijpen in de werkelijkheid. In dit licht zijn verschillende disciplines vaker nodig om bepaalde problemen op te pakken, omdat een enkele onderzoeksdiscipline niet de kennis in huis heeft.

Een effect van de multidisciplinairiteit is dat er steeds meer intellectuele niches ontstaan waar wetenschappers actief zijn en waar in toenemende mate de specifieke (gecontextualiseerde) vormen van kennis aanwezig zijn. In deze transdisciplinaire domeinen doorsnijdt de theoretische kern verschillende disciplines en wordt onderzoek gedreven door lokale/ gesitueerde problemen. Als de vragen van de maatschappij veranderen zullen ook de onderzoeksactiviteiten veranderen.

Nieuwe locaties van kennisproductie

De samenwerking in Mode 2 is netwerkachtig, verschillende spelers delen kennis en meer tastbare resources zoals mensen en onderzoeksinfrastructuur. De ontmoetingsplek voor deze samenwerking is niet meer alleen de universiteit maar vindt onder andere plaats binnen tijdelijke onderzoeksprogramma's en technologische instituten. Het ontstaan en het voortbestaan van bepaalde onderzoeksdomeinen is hiermee in veel grotere mate afhankelijk van directe geldstromen die voortkomen uit de interesses van nationale overheid, publieke instellingen en het bedrijfsleven. Institutionalisering van kennisdomeinen in deze context komt dan ook minder vaak voor aldus de auteurs.

Maatschappelijke sturing van onderzoek

De wetenschap wordt in toenemende mate afgerekend op de kennis die ze levert. Wetenschap is een 'social resource' geworden. Deze veronderstelling maakt dat wetenschappers als resource ingezet kan worden om economische en sociale vraagstukken kan oplossen. De wetenschap is niet een op zichzelf staande entiteit, maar is onderdeel van de maatschappij en kan ook een aandeel leveren in het creëren van welvaart en vooruitgang. Wetenschappelijke onderzoekers dienen dan ook in toenemende mate tegenover subsidieverstrekkers hun activiteiten en resultaten verantwoorden. Vooral de topwetenschappers kunnen aanhaken in dit type samenwerking, waarin zij nieuwe theorieën vormen en praktische werkwijzen ontdekken, omdat zij geldbronnen weten te mobiliseren voor nieuw onderzoek.

Veranderende evaluatiecriteria

De evaluatie van de kennisproductie verandert in de Mode 2 omgeving. Zoals in de bovenstaande alinea al reeds genoemd, worden wetenschappers geconfronteerd met een sterkere 'accountability' voor het onderzoek dat ze uitvoeren. Peers zijn steeds belangrijker in het verkrijgen van tweede geldstroom onderzoek. Aanzien in de wetenschappelijke gemeenschap betekent meer kans op subsidiering van onderzoek. Topwetenschappers en het bedrijfsleven, dat de mogelijkheid heeft om de geproduceerde kennis te absorberen, bevinden zich binnen deze samenwerkingsverbanden. Het geld vloeit hier ook naar toe en alleen de meer succesvolle wetenschappers bevinden zich in deze gebieden waar nieuwe kennis ontwikkeld wordt en problemen worden opgelost. In onderzoeksprogramma's worden extra criteria

ingebracht door de publieke instellingen en het bedrijfsleven. Onderzoek moet maatschappelijk wenselijk zijn en/ of economisch aantrekkelijk. De criteria die gesteld worden aan onderzoek vanuit deze perspectieven dienen in het onderzoek ingebouwd te zijn.

Meer en heterogene communicatie

Tekenend voor Mode 2 is de heterogeniteit van de activiteiten. In Mode 1 zijn de criteria van de interne wetenschappelijke gemeenschap leidend en de doelen van het onderzoek zijn hierop geënt. Er is relatief weinig samenwerking met andere actoren en dus ook in mindere mate communicatie. In tegenstelling tot Mode 2, waar juist veel communicatie is tussen allerlei partijen verschillende niches van kennis en verschillende criteria. Doordat er verschillende spelers aanwezig zijn, wordt ook vaak de uitkomsten gecommuniceerd naar de maatschappij. De wetenschap communiceert in toenemende mate naar de maatschappij toe en is dit ook verplicht, omdat de maatschappij het onderzoek financiert en verwacht dat dit onderzoek direct of indirect relevante kennis oplevert.

2.3.2 Kritieken op Mode 2

Het wetenschapssysteem is aan het veranderen. Dat is de boodschap van de auteurs van *'the new production of knowledge'*. Deze claim wordt onderschreven door verschillende andere onderzoekers. Maar de mate waarin het wetenschapssysteem verandert en of dit richting een Mode 2 typering schuift, is onderwerp van wetenschappelijk debat. De eerder besproken finaliseringstheorie van de onderzoekers uit Starnberg tracht een beschrijving te geven van de toegenomen sociale relevantie en sturing van onderzoek. Disco et al. wijzen ook op veranderingen in het wetenschappelijke systeem en richten zich daarbij vooral op de technisch-wetenschappelijke ontwerpregimes die aanwezig zijn binnen de technisch-wetenschappelijke disciplines en de daaraan gekoppelde arbeidsdeling¹¹. Maar in hoeverre zijn de dynamieken die Nowotny et al. beschrijven daadwerkelijk te bespeuren?

Het aantal verwijzingen naar *'the New Production of Knowledge'* zijn hoog en ook in andere wetenschappelijke gebieden wordt de theorie aangehaald¹². Maar volgens Shinn moeten we voorzichtig zijn met de conclusies die Mode 2 trekt en de wijze waarop de conclusies tot stand zijn gekomen. Aldus Shinn: *"The New Production of Knowledge is not a research school, since it does not articulate a research programme. The New Production of Knowledge and Re-Thinking Science do not define questions, set forth a methodology, provide reasoned answers, or set limiting conditions. On the contrary, they can be likened to political manifestos, whose expository form is rhetoric."* Shinn uit forse kritiek op de empirische inhoud van de Mode 2 theorie, de theoretische onderbouwing en de onderzoeksmethoden alsmede het gebrek van de ontwikkeling van gestructureerd onderzoek naar de veranderingen in het wetenschapssysteem. Met name de empirische inhoud van de Mode 1-2 theorie is problematisch. De auteurs maken zeer generalistische claims over het wetenschapssysteem op basis van een beperkt aantal casussen en in het boek zelf zijn onderbouwingen voor ontwikkelingen die men ziet vaak niet of summier aanwezig. Verder menen vele

¹¹ C. Disco, A. Rip, B. van der Meulen, 'Technical Innovation and the Universities: Divisions of Labor in Cosmopolitan Technical Regimes', *Social Science Information* 31(3) (1992) 465-507.

¹² Shinn T., (2002), *The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology*, *Social Studies of Science*, Vol. 32, No. 4, 599-614

onderzoekers met Shinn dat *'the New Production of Knowledge'* niet eens de betiteling theorie verdient door het gebrek aan een onderbouwd sociologisch kader. Over de gehele linie zijn er onzekerheden over de zichtbaarheid van een opkomende tweede modus van wetenschappelijke kennisproductie en de eigenschappen hiervan. Een kritische reflectie op de verschillende punten die *'the New Production of Knowledge'* benoemt, aan de hand van de drie in de inleiding van dit hoofdstuk genoemde thema's, is dan ook wenselijk.

2.3.3 Uitspraken over de kennisproductie

Wat zegt *'the New Production of Knowledge'* over de kennisproductie in hedendaags wetenschappelijk onderzoek en dan specifiek in het licht van de drie genoemde thema's in de inleiding van dit hoofdstuk?

De samenwerking en de productie van kennis

De kennisproductie binnen een Mode 2 context gaat, net zoals het Finaliseringsmodel van de Starnbergers, uit van de sturing van de kennisproductie door de maatschappij. Dit is echter een schaarse overeenkomst tussen de twee theorieën. In *'the New Production of Knowledge'* wil men afscheid nemen van het onderscheid tussen toegepaste en fundamentele wetenschap. Door te stellen dat in applicatie gericht onderzoek nieuwe theorieën ontwikkeld worden die repercussies hebben voor de meer abstracte theorieën. Terwijl de Starnbergers uitgaan van zeer aanbod gedreven wetenschappelijke disciplines, zijn in Mode 2 de applicatiedomeinen de punten van waaruit de kennisontwikkeling, ook de meer fundamentele, zich ontwikkelt.

De verschillen verdwijnen tussen wetenschappers, bedrijven en overheden als we Gibbons et al. moeten geloven. Activiteiten worden in toenemende mate geïntegreerd doordat bedrijven en overheden dichter gaan samenwerken met de onderzoekers. De samenwerking wordt een bijna homogene brij waarin de differentiatie van taken tot de verleden tijd behoort.¹³ Deze samenwerking is belangrijk voor alle partijen omdat dit een goede manier is voor wetenschappers om kennis te creëren in een applicatie context.

De productie van een bepaald type kennis

Het boek *'Re-Thinking Science'* tracht onder andere dieper in te gaan op de consequenties van de contextualisering van de kennis in een sociale context. Ook hier worden alle soorten kennisproducenten zoals academia, private onderzoeksinstellingen, publieke onderzoeksinstellingen en het bedrijfsleven op een hoop gegooid. En stellen Gibbons et al. dat er sterk gecontextualiseerde kennisproductie plaatsvindt en kennisproductie met een zwakkere conceptualisatie¹⁴. Het wordt hier niet duidelijk waarom en in welke gevallen zeer gecontextualiseerde kennis wordt geproduceerd en in andere gevallen juist wel weer.¹⁵ Onder welke omstandigheden zijn de actoren geprikkeld om relatief praktisch gerichte en gecontextualiseerde kennis te leveren en onder welke omstandigheden is de contextualisatie niet te bespeuren?

¹³ Ibid.

¹⁴ Helga Nowotny, Peter Scott, Michael Gibbons, (2001), *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Chapters 7-9, Cambridge: Blackwell Publishers

¹⁵ Review: *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*
Helga Nowotny; Peter Scott; Michael Gibbons, Review authors: Fletcher Linder, Joe Spear, *Contemporary Sociology*, Vol. 32, No. 2. (2003), pp. 255-257.

Hoe groter de mate van contextualisatie van de kennisproductie des te robuuster is de kennis vanuit sociaal oogpunt volgens Gibbons et al.¹⁶ Hierop vervolgen zij met de volgende claim: *"those which embrace, willingly or otherwise, a diversity of external factors, and which we have described as strongly contextualized, are not only more 'relevant', but may also be more successful in terms of both the quantity and the quality of the knowledge they produce."* De kwaliteit in een mode 2 omgeving wordt dus mede bepaald door de mate van contextualisatie van de kennisproductie. Kennis met een zwakke contextualisatie is minder relevant en waarschijnlijk van slechtere kwaliteit.

De rollen en het gedrag van wetenschappers

De 'New Production of Knowledge' en 'Re-Thinking Science' bevatten beide een tegelijkertijd impliciete en normatieve boodschap. Mode 2 is de toekomstige manier van kennisproductie. Wetenschappers die niet werken op deze manier, verliezen het van wetenschappers die wel directe relevantie hebben en zeer gecontextualiseerd (lees: probleem- en applicatiegericht) bezig zijn. De rol van de wetenschapper verandert volgens de auteurs. De Mode 2 wetenschapper opereert in hybride fora waarin bedrijven en overheden meewerken aan de kennisproductie en verschillende evaluatiecriteria gelden. De rol van de wetenschapper als natuurvorser maakt plaats voor een rol waarin het ontdekken van de wetten der natuur ondergeschikt is aan het nut van de kennis. En de wetenschapper kan zijn nut aantonen door toepassingsgerichte kennis aan te bieden. Tegelijkertijd vervalt ook het verschil tussen onderzoekers in het bedrijfsleven en onderzoekers binnen de academie.

2.4 Relaties tussen overheden, wetenschappers en industrie als een co-evoluerende helix

Rond 1996, ongeveer twee jaar na de uitgave van *'The New Production of Knowledge'*, is er een kleine onderzoeksschool ontstaan met een meer voorzichtige benadering, onder leiding van Loet Leydesdorff en Henry Etzkowitz. Onder de titel van een *'Triple Helix of Government-Science-Industry Relations'* hebben verschillende onderzoekers over de wereld een bijdrage proberen te leveren aan dit model. Het model beschrijft, op een abstractere en sociologisch beter onderbouwde wijze, de veranderende relaties tussen overheden, wetenschappers en industrie.¹⁷

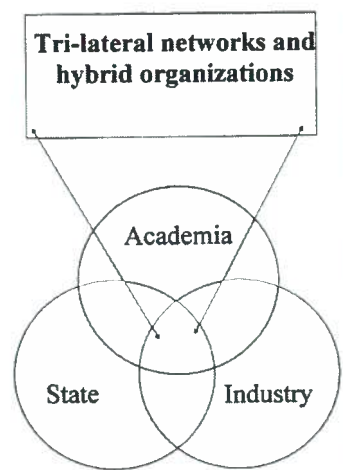
¹⁶ Helga Nowotny, Peter Scott, Michael Gibbons, (2001), *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Chapter 11, Cambridge: Blackwell Publishers

¹⁷ Zie hiervoor onder andere: Leydesdorff, L., Etzkowitz, H., (1996). *Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations*. *Science & Public Policy* 23, 279-286., Leydesdorff, L., Etzkowitz, H., (2000), *The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations*, *Research Policy* 29 pp.109-123

2.4.1 Algemene beschrijving

Het Triple Helix model van industrie, wetenschap en overheden tracht op zeer algemeen niveau de interactie in termen van communicatie en aanpassingen van spelers op elkaar te beschrijven. In tegenstelling tot vroegere interacties tussen het bedrijfsleven, overheden en de academie, vinden interacties in toenemende mate plaats binnen een hybride context waar de actoren rekening met elkaar moeten houden. Rekening houden met andere actoren en aanpassen van gedrag zou in contrast zijn met eerdere dynamieken in het wetenschapssysteem omdat de academie eerder een grotere autonomie zou hebben gehad ten opzichte van overheden en het bedrijfsleven.

Het model gaat uit van een situatie waarbij zowel de overheid, als het participerende bedrijfsleven en de kennisinstellingen steeds opnieuw hun positie bepalen ten opzichte van elkaar. De betrokken actoren zijn mobieler dan voorheen en daardoor reflecteren zij vaker op hun betrokkenheid in de samenwerkingsverbanden. Het model beschrijft inhoudelijk niet wat voor verwachtingen de verschillende spelers van elkaar kunnen hebben of hoe ze communiceren en wat voor dynamieken dit type samenwerking met zich meebrengt. De abstractie van het model is dan ook tegelijkertijd de zwakte van het model omdat het verklarende karakter in concrete gevallen summier is, of afwezig.



Figuur 1: Het Triple Helix model van Universiteit–Industrie–Overheid relaties

De basis waarop samenwerking ontstaat en voortduurt, kan geconceptualiseerd worden aan de hand van prikkels en drempels die de spelers voelen om te participeren in samenwerkingsverbanden.¹⁸ De spelers binnen de samenwerkingsverbanden streven ieder hun eigen belangen na. Leydesdorff en Etzkowitz gebruiken in het Triple Helix model hiervoor de term 'profit'. Iedere organisatie heeft op een of andere wijze voordeel bij het samenwerken binnen een technisch-wetenschappelijk onderzoeksprogramma.

Een belangrijk verschil van het Triple Helix model met *'the New Production of Knowledge'* is de manier waarop de theorieën de samenwerking beschrijven tussen overheden, bedrijven en wetenschappers.¹⁹ Mode 2 stelt dat de verschillen tussen de verschillende actoren vervagen of simpelweg ophouden te bestaan. Het Triple Helix model stelt, in tegenstelling tot de Mode 2 situatie, dat de verschillende type actoren blijven bestaan met ieder hun eigen achtergronden en dat deze actoren co-evolueren. Ze behouden een soort kern en er is sprake van een differentiatie van activiteiten middels de participatie in onderzoeksprogramma's of bijvoorbeeld door het opzetten van spin-off activiteiten.

¹⁸ EU & Joanneum Research, Benchmarking Industry-Science Relations in Europe, 2001

¹⁹ Shinn T., (2002), The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology, Social Studies of Science, Vol. 32, No. 4, 599-614

2.4.2 Kritieken op het Triple Helix model en uitspraken over de kennisproductie

Het Triple Helix model heeft een betere empirische onderbouwing en heeft descriptieve pretenties in tegenstelling tot voorspellende en summier onderbouwde uitspraken van *'the New Production of Knowledge'*. Toch kent het model ook een aantal kritieken. Het is hier voldoende om de belangrijkste kritiek toe te lichten. Deze bestaat uit de teleurstelling die het model oproept door het gebrek aan duidelijkheid dat bestaat over de processen van differentiatie en integratie, die volgens het model tussen de actoren plaatsvinden.²⁰ Hoe zien deze activiteiten er concreet uit? Wat voor implicaties heeft dat op de actoren en hun onderlinge relaties? En wat betekent dat voor het wetenschapsbeleid dat ontwikkeld dient te worden. In de meest recente publicatie beschrijven Leydesdorff et al. het model als een heuristisch model.²¹ Het is een model dat een manier van kijken geeft naar de complexe werkelijkheid, maar het geeft geen verdere verklaringen voor of voorspellingen over wat er zich in detail afspeelt. Het model is met name succesvol in het creëren van een perspectief waarin interacties tussen overheden, academia en industrie begrijpelijk wordt in termen van integratie en differentiatie van activiteiten.

Samenwerking en de productie van kennis

De abstractheid van het model laat het niet toe om al teveel te zeggen over de kennisproductie binnen het model. Het is wel duidelijk dat de actoren die samenwerken in het huidige wetenschapssysteem volgens het Triple Helix model een gedifferentieerde positie behouden. Terwijl Mode 2 stelt dat er steeds minder verschil bestaat tussen actoren, stelt de onderzoeksschool die het Triple Helix model volgt, dat de actoren weliswaar hun gedrag en positie aanpassen door de samenwerking maar dat ze wel bepaalde taken blijven houden en een soort basispositie behouden in het wetenschapssysteem. Welke vorm neemt de samenwerking aan in het geval van het N2 project van MultimediaN?

De productie van een bepaald type kennis

Over het type kennis dat geproduceerd wordt binnen de samenwerkingsverbanden wordt door het Triple Helix model geen uitspraken gedaan. Het is een sociaal-economisch model georiënteerd op de interacties tussen verschillende actoren.

De rollen en het gedrag van wetenschappers

Het thema van de rol van de wetenschapper in een dergelijke context komt niet expliciet aan bod maar het is wel duidelijk dat van een wetenschapper verwacht wordt dat deze meer samenwerkt met het bedrijfsleven en overheden. Het Triple Helix model stelt verder dat er in toenemende mate communicatie plaatsvindt tussen de wetenschappers die zich binnen deze hybride contexten begeven en de andere actoren. Maar waar dit uit bestaat is onduidelijk.

²⁰ Ibid.,

²¹ Forthcoming: Leydesdorff L., Meyer M., The Triple Helix, Indicators, and Knowledge-Based Innovation Systems Introduction to the special issue, Research Policy

2.5 Conclusie

De drie besproken theorieën doen uitspraken over de samenwerking en de kennisproductie in het huidige wetenschapssysteem. Iedere theorie heeft bepaalde lacunes en de theorieën spreken elkaar op sommige punten ook tegen. Dit onderzoek kan zich verdienstelijk maken door aan de hand van de drie thema's (samenwerking en kennisproductie, type kennis en rollen en gedrag van wetenschappers) de kennisproductie binnen het N2 project te volgen. Op basis hiervan kunnen de hierboven besproken theorieën vergeleken worden met het N2 project. Het volgende hoofdstuk bespreekt het theoretische kader van waaruit de kennisproductie in het N2 project geanalyseerd zal worden.

3 Theoretisch kader

"Though knowledge systems may differ ... a characteristic that they all share, is their localness. ... However, since they are motleys, they are polysemous and are capable of many possible modes of assemblage. An assemblage is made up of linked sites, people and activities

David Turnbull; Masons, Tricksters and Cartographers

3.1 Inleiding

Om de kennisproductie in het N2 project op een verantwoorde manier te kunnen beschrijven, is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in de wijze waarop de kennisproductie binnen een onderzoekspraktijk gevolgd kan worden. Dit gebeurt in paragraaf 3.2. In deze paragraaf zal blijken dat de kennisproductie die plaatsvindt binnen een onderzoekspraktijk altijd gericht is op de criteria die gelden binnen deze onderzoekspraktijk. Dit is ook waar de bovenstaande quote naar verwijst. Paragraaf 3.3 trekt conclusies. Hoe geven onderzoekpraktijken concreet vorm aan de kennisproductie die binnen de onderzoekspraktijken plaatsvindt en hoe kan dit onderzoek op basis hiervan de onderzoeksvragen beantwoorden? De laatste paragraaf (3.4) gaat kort in op de gehanteerde onderzoeksmethode en de beperkingen van het onderzoek.

3.2 Kennisproductie in hybride onderzoekspraktijken

De kennisproductie die in dit onderzoek wordt geanalyseerd, vindt plaats binnen een hybride onderzoekspraktijk. Wat is een hybride wetenschappelijke onderzoekspraktijk en wat zijn de onderdelen van een dergelijke wetenschappelijke onderzoekspraktijk? Dit staat centraal in paragraaf 3.2.1. Hoe vindt de kennisproductie dan plaats binnen deze praktijken? Dat is de volgende belangrijke vraag. Om deze vraag te beantwoorden zal paragraaf 3.2.2 het begrip kennis beschrijven. Kennis is een constructie die tot stand komt binnen een onderzoekspraktijk en geproduceerd wordt op basis van de criteria en de mogelijkheden die binnen de onderzoekspraktijk aanwezig zijn. Paragraaf 3.2.3 beschrijft het proces van kennisproductie als een proces waarin men twee globale stappen kan onderscheiden, het creëren en verplaatsen van de kennis. Op basis hiervan kan een beschrijving van de kennisproductie in het N2 project van MultimedialN plaatsvinden.

3.2.1 Conceptualisering van een hybride wetenschappelijke onderzoekspraktijk

Vanaf de jaren tachtig van de vorige eeuw heeft de wetenschapsfilosofie zich gericht op de analyse van de wetenschap als praktijk. Latour en Woolgar zijn belangrijke pioniers geweest in deze benadering van de

wetenschap.²² Onderzoekers in het hedendaagse domein van de Science & Technology Studies (STS) stellen, in de benadering van de wetenschappen als praktijk, centraal hoe wetenschappers kennis produceren.²³ Deze kennisproductie vindt plaats binnen een onderzoekspraktijk waarin verschillende factoren van invloed zijn op de kennisproductie. Latour en Woolgar stellen dat onderzoekspraktijken bestaan uit technologische artefacten, teksten, personen, geld en onderzoeksgegevens. Wetenschappers bewerken de onderzoeksgegevens om uitspraken te kunnen doen over de werkelijkheid of nieuwe fenomenen te creëren. Ook is in deze onderzoekspraktijk bepaalde kennis aanwezig zoals bestaande theorieën of methodologieën die geaccepteerd zijn in het onderzoeksveld. De wetenschappers voeren het onderzoek uit met een bepaald doel. Dit zijn niet de enige onderdelen van een wetenschappelijke onderzoekspraktijk.

Lakatos heeft laten zien dat een ander belangrijk onderdeel van onderzoekspraktijken de overtuigingen zijn van wetenschappers over wat productieve zoekstrategieën (heuristieken). De actoren, die aanwezig zijn in de onderzoekspraktijk, hebben naast hun doelen ook een bepaald idee over wat het probleem is dat opgelost dient te worden en welke weg ze dienen te bewandelen om tot deze oplossing te komen.

De beschrijvingen van Latour en Woolgar, en Lakatos zijn gebaseerd op een voor de wetenschap internalistische analyse van de kennisproductie. De invloed van andere actoren zoals industrie, overheden, en de maatschappij meer in het algemeen, worden door deze onderzoekers niet meegenomen. En in de projecten van het MultimediaN programma zijn deze actoren aanwezig in de onderzoekspraktijk waarin onderzoekers samen met bedrijven en publieke instellingen kennis produceren. Voor de wetenschap externalistische criteria van bedrijven en overheden, worden daarmee mogelijk ook onderdeel van de onderzoekspraktijk en kunnen een invloed hebben op de kennisproductie. Een wetenschapper wordt mogelijk niet meer alleen afgerekend op zijn wetenschappelijke resultaten, vaak gebaseerd op publicaties, maar zijn succes hangt mede af van de mate waarin zijn kennis voor andere betrokkenen relevant (bruikbaar, toepasbaar, wenselijk) is. De visie van een wetenschappelijke onderzoekspraktijk dient uitgebreid te worden tot een onderzoekspraktijk met een hybride karakter. De onderzoekspraktijk is hybride in de zin dat meerdere typen actoren participeren in het onderzoek en hybride in de zin dat met deze participatie ook verschillende typen doelen en criteria opgelegd worden aan de kennisproductie.

Het participeren van verschillende actoren in een onderzoekspraktijk impliceert dat de aanwezige actoren activiteiten op elkaar af dienen te stemmen. Bepaalde actoren zullen verschillende taken uitvoeren. Aldus Mintzberg: *"Every organized human activity ... gives rise to two fundamental and opposing requirements: The **division** of labor into various tasks to be performed, and the **coordination** of these tasks to accomplish the activity."*²⁴ De arbeidsdeling en de coördinatie van de activiteiten is dus ook een belangrijk onderdeel van een hybride wetenschappelijke onderzoekspraktijk.

²² Latour, B., Woolgar, S., Salk, J., (1979), *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills, California, Sage Publications

²³ Hilgartner S., *Institutionalizing science & technology studies in the academy in: Joerges B., and Nowotny H., 'Social studies of science and technology: looking back, ahead', (2003), Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers*

²⁴ Mintzberg, H., (1979) *The Structuring of Organizations*, Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall

Componenten van een hybride wetenschappelijke onderzoekspraktijk

De hierboven genoemde noties over onderdelen van een onderzoekspraktijk geven interessante inzichten. Er zijn momenteel echter geen concrete definities, modellen of typering die, op een voor voor dit onderzoek bruikbare wijze, hybride onderzoekspraktijken expliciet beschrijven. Binnen het STS domein is het begrip praktijk of wetenschappelijke onderzoekspraktijk een 'container'-begrip waarin onderzoekers, voor zover dit opportuun is in het analyseren van het onderzoeksobject, de wetenschappelijke onderzoekspraktijk definiëren. Op basis van de hierboven genoemde noties, kan gesteld worden dat voor dit onderzoek een wetenschappelijke onderzoekspraktijk gezien kan worden als een verzameling van:

- Direct en indirect betrokken actoren;
- doelen en criteria van de verschillende actoren;
- overtuigingen van actoren vertegenwoordigd in dominante zoekstrategieën (heuristieken);
- de organisatie van de samenwerking;
- middelen (geld, bestaande kennis, onderzoeksgegevens, apparatuur).

In deze paragraaf zal geen verdere uitwerking plaatsvinden van deze begrippen. Een uitgewerkte vorm is te vinden in bijlage 1.

3.2.2 Wetenschappelijke kennis: een constructie van verschillende entiteiten in een onderzoekspraktijk

In dit onderzoek staat het analyseren van de kennisproductie centraal. De kennisproductie vindt in dit geval plaats binnen hybride wetenschappelijke onderzoekspraktijken. Hoe kan dit onderzoek het begrip kennis conceptualiseren, zodat de kennisproductie gevolgd kan worden in het N2 project?

In de STS onderzoekstraditie is de onderstaande definitie een impliciet geaccepteerde hantering van het begrip kennis: *"STS is an academic field concerned with the study of knowledge as a social phenomenon. It considers knowledge (especially, but not only, scientific knowledge) in all its forms – whether embodied in technologies, texts, persons, competencies, practices, etc."*²⁵ Kennis is dus vertegenwoordigd in verschillende entiteiten. Latour heeft in zijn laboratoriumstudies laten zien dat wetenschappers met behulp van deze entiteiten netwerken vormen om kennis robuust te maken. Artefacten, theorieën, modellen, empirische proeven, grafieken en vele andere zaken, die aanwezig zijn binnen een onderzoekspraktijk, worden gemobiliseerd door de wetenschappers om anderen te overtuigen.

²⁵ Hilgartner S., Institutionalizing science & technology studies in the academy in: Joerges B., and Nowotny H., 'Social studies of science and technology: looking back, ahead', (2003), Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers

De kennis die in deze onderzoekspraktijk wordt ontwikkeld kan dan ook verklaard worden vanuit deze onderzoekspraktijk. Wetenschappelijk onderzoek vindt altijd plaats binnen een onderzoekspraktijk waarin actoren aanwezig zijn met bepaalde doelen en heuristieken, evenals de samenwerking en aanwezige middelen zoals bestaande kennis en onderzoeksgegevens. De onderzoekspraktijk geeft hiermee bepaalde mogelijkheden en beperkingen aan de kennis die geproduceerd wordt binnen een onderzoekspraktijk. De kennis die wetenschappers ontwikkelen is dan ook altijd geënt op de onderzoekspraktijk waarbinnen deze kennisproductie plaatsvindt.

Deze claim komt overeen met de claim van David Turnbull.²⁶ Ook hij stelt dat kennis ontwikkeld wordt binnen bepaalde praktijken (door hem 'knowledge spaces' genoemd) en deze praktijken geven vorm aan de kennisproductie. Kennis is een constructie, een bonte verzameling van mensen, artefacten, methoden et cetera, die onder bepaalde omstandigheden geconstrueerd wordt. Kennis en het produceren van kennis vindt plaats binnen een specifieke praktijk. Turnbull's claim is vervolgens dat alle kennis lokale kennis is. Dit idee is verwarrend omdat impliceert dat kennis geen algemene of kosmopoliete vormen kan aannemen. Het is dan ook accurater om te stellen dat wetenschappers kennis ontwikkelen binnen specifieke onderzoekspraktijken en dat de kennis gericht is deze onderzoekspraktijk. En bepaalde kennisentiteiten binnen deze onderzoekspraktijken kunnen in meer of minder moeizame mate verplaatst worden naar andere onderzoekspraktijken of contexten. Deze kennisentiteiten kunnen theorieën zijn maar het kunnen ook werkende artefacten zijn die de wetenschappers trachten werkend te krijgen in een andere locatie waar andere omstandigheden gelden. Turnbull geeft het voorbeeld van de metselaars van de Chartres kathedraal die 'rules of the thumb' en bepaalde mallen hanteerden. Deze waren niet alleen te gebruiken voor specifieke gevallen waarin bogen gecreëerd dienden te worden, maar deze mallen en regels konden ook toegepast worden in andere situaties waarin bogen met andere afmetingen geconstrueerd dienden te worden. Hetzelfde geldt voor wetenschappelijke kennis. Wetenschappelijk onderzoek is een gesitueerde activiteit waarbij onderzoekers trachten kennis te ontwikkelen binnen een specifieke context. Vervolgens kan het een doel zijn van de wetenschappers om deze kennis zo universeel of kosmopoliet mogelijk te maken. En de onderzoekers zullen dan ook trachten om bepaalde kennisentiteiten verplaatsbaar te maken. Dit kunnen bijvoorbeeld theorieën zijn zoals de Navier-Stokes vergelijkingen op het gebied van de stromingsleer of werkende artefacten die men in een andere context wil laten werken.

3.2.3 De invloed van een onderzoekspraktijk op de kennis(productie)

In de vorige paragraaf is gebleken dat wetenschappelijke kennis een constructie kan zijn van verschillende kennisentiteiten. Deze constructie vindt plaats binnen een onderzoekspraktijk waarin actoren aanwezig zijn met bepaalde doelen en heuristieken, evenals bepaalde vorm van samenwerking en aanwezige middelen zoals bestaande kennis en onderzoeksgegevens. De onderzoekspraktijk geeft hiermee bepaalde mogelijkheden en beperkingen aan de kennis die geproduceerd wordt binnen een onderzoekspraktijk. In deze paragraaf zal deze claim verder uitgewerkt worden. Verschillende componenten kunnen invloed

²⁶ Turnbull, D., (2000), *Masons, tricksters and cartographers : comparative studies in the sociology of scientific and indigenous knowledge*, Harwood Academic Publishers

uitoefenen op de kennis en de wijze van kennisproductie zoals deze plaatsvindt binnen een onderzoekspraktijk.

De **betrokken actoren**, zoals wetenschappelijk onderzoekers of onderzoekers uit het bedrijfsleven leggen **criteria** op aan de kennisproductie en kennisoutput. De criteria die actoren opstellen, hebben zowel betrekking op het proces van de kennisproductie, als op het eindproduct (het gezamenlijke eindproduct en de kennis die zij voor zichzelf willen gebruiken). Wetenschappers willen mogelijk dat de kennis zeer universele uitspraken kan doen, terwijl onderzoekers uit het bedrijfsleven de voorkeur hebben voor modellen die in specifieke omgevingen zeer accurate voorspellingen kunnen geven. En onderzoekers uit het bedrijfsleven zijn mogelijk met name geïnteresseerd in de 'know how', terwijl wetenschappelijk onderzoekers de kennis willen gebruiken om mee te publiceren en daarmee behoefte hebben aan kwantitatieve onderzoeksgegevens.

Tevens kunnen **indirect betrokkenen**, zoals subsidieverstrekkers, criteria opleggen aan de kennisproductie en output. De subsidieverstrekkers stellen gelden beschikbaar met een bepaald doel voor ogen. Men wil misschien dat de geproduceerde kennis gebruikt kan worden voor het oplossen van de erosie van dijken aan Nederlandse rivieren. De onderzoekers in deze onderzoekspraktijk dienen een model te ontwikkelen dat beschrijft hoe deze dijkafkalving verloopt bij rivieren met bepaalde typen dijken en ze kunnen de subsidieverstrekker niet een model aanbieden dat een ander doel heeft, bijvoorbeeld het beschrijven van de stromingsdynamieken die voorkomen bij het contact met grond en stromend water. Ook kan het zijn dat deze subsidieverstrekker bepaalde eisen verbindt aan het verstrekken van de gelden, zoals een bepaalde wijze van samenwerking of ethische codes die gehandhaafd dienen te worden tijdens het werk.

De organisatie van de samenwerking heeft ook invloed op de kennisproductie en kan beschreven worden als een manier van **arbeidsdeling en coördinatie** van de activiteiten. Bepaalde actoren hebben specialismen. En op basis hiervan zullen zij een taak krijgen in het productieproces. Door de coördinatie van activiteiten te beschrijven kan duidelijk worden hoe verschillende actoren activiteiten uitvoeren, op basis daarvan delen van de kennis aandragen, om daar vervolgens een geassembleerde verzameling van kennisentiteiten van te maken.

Maar ook **heuristieken** kunnen een invloed hebben op de kennisproductie doordat zij voorschrijven hoe onderzoekers binnen een bepaald domein dienen te werken als zij willen dat hun kennis geaccepteerd wordt. Tevens zijn er binnen onderzoeksdomeinen vaak impliciete regels over wat relevante kennis is. Dit betekent voor een onderzoeker binnen dat domein dat hij/ zij zich hier op zal moeten richten willen de resultaten interessant zijn voor andere onderzoekers.

Middelen zijn een belangrijke factor in het bepalen van de kennisproductie. Het aanwezige kapitaal bepaalt hoeveel tijd besteed kan worden aan onderzoek. Bestaande kennis en methodologieën bepalen welke oplossingsrichtingen gekozen kunnen worden door de onderzoekers. Daarnaast zijn de datasets belangrijk. Deze datasets vormen het onderzoeksobject van de onderzoekers in MultimediaN. Bepaald type onderzoeksmateriaal maakt het mogelijk of niet mogelijk om bepaalde problemen te onderzoeken. Sommige data leent zich bijvoorbeeld met name voor kwalitatieve analyses en andere voor statistische benaderingen.

Of de onderzoeksgegevens worden op een bepaalde manier bewerkt of geselecteerd zodat het systeem dat de onderzoekers ontwikkelen hier mee om kan gaan. Een voorbeeld wordt gegeven door Turnbull als hij de ontwikkeling van een malaria vaccin beschrijft. Dit vaccin werkt beter op blanke personen dan de Afrikaanse en Aziatische inheemse bevolking.²⁷

3.2.4 Conceptualisering van de kennisproductie in wetenschappelijke onderzoekspraktijken

In de vorige paragrafen is kennis beschreven als een constructie van verschillende entiteiten. En deze constructie is gesitueerd in concrete onderzoekspraktijken die bepaalde beperkingen en mogelijkheden opleggen aan de kennis en kennisproductie. Als kennis gesitueerd is binnen onderzoekspraktijken en daarbinnen wordt ontwikkeld, hoe dient dit onderzoek dan de kennisproductie te volgen? Turnbull stelt het volgende: Er vinden globaal twee stappen plaats die men maakt in het productieproces.²⁸

- Stap 1: Actoren construeren op basis van bestaande kennisentiteiten binnen een onderzoekspraktijk nieuwe kennis.
- Stap 2: Actoren kunnen de kennis eventueel bewerken en de kennis verplaatsen naar andere locaties.

1) Kennis wordt in specifieke situaties geproduceerd door actoren of een groep actoren. De verschillende kennisentiteiten die aanwezig zijn binnen deze onderzoekspraktijken, dienen als input voor de constructie van een nieuwe kennisentiteit. 2) Op het moment dat de onderzoekers een nieuwe kennisentiteit hebben gecreëerd (een artefact, model, theorie et cetera), kunnen de onderzoekers, als ze dat nuttig achten, de kennis trachten te verplaatsen of ergens anders werkend te krijgen. Dit kan betekenen dat de geproduceerde kennis bewerkt moet worden om het in een andere lokatie werkend te krijgen of overtuigend te kunnen maken. Het is immers mogelijk dat op een andere locatie andere eisen gesteld worden aan de kennis. Stromingsmodellen bijvoorbeeld zijn vaak gebouwd voor specifieke situaties. Wil men het gebruiken voor andere vloeistoffen, stromingssterkten of ander materialen waarmee de vloeistoffen mee in aanraking komt, dan zal het model hierop moeten aangepast worden.

Stap 1: 'On with the motley!'; de constructie van een bonte verzameling kennis

De constructie van kennis vindt plaats in een hybride onderzoekspraktijk die bestaat uit actoren, hun doelen en heuristieken, de samenwerking tussen de actoren en de middelen die tot hun beschikking staan. Het is binnen deze onderzoekspraktijken dat verschillende kennisentiteiten bewerkt en gecombineerd zullen worden. Turnbull laat zien dat de kathedraalbouwers van Chartres bepaalde mallen en 'rules of the thumb'

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

gebruiken. Verder hebben ze gereedschappen nodig om de stenen te bewerken en op elkaar te plaatsen. De stenen zelf dienen op een systematische en specifieke wijze bewerkt te worden zodat ze op elkaar aansluiten en het mogelijk maken om bijvoorbeeld bogen te maken. De kathedraalbouwers gebruiken dus verschillende kennisentiteiten om de kathedraal te construeren. Hetzelfde geldt voor het voorbeeld dat Turnbull geeft over de ontwikkeling van een malaria vaccin. In dit geval trachten Westerse onderzoekers in een laboratorium met behulp van microscopen, kunstmatig gekweekte malariakolonies en theorieën over het immuunsysteem, genetische codering van organismen en ideeën over de overdracht van de ziekte tussen mens en dier, een vaccin te ontwikkelen. Naast deze verzameling van kennisentiteiten die moet leiden tot de constructie van een vaccin, zijn er nog de patiënten die een diverse groep vormen en waardoor het vaccin niet altijd even goed werkt. Dus ook de onderzoekspopulatie is een belangrijk onderdeel van een configuratie waarin bepaalde ontwikkelde kennis functioneert. Afhankelijk van de onderzoekspraktijk zullen bepaalde theorieën aanwezig of afwezig zijn, zal men de beschikking hebben over bepaalde onderzoeksgegevens en werkt men samen met bepaalde actoren.

Gezamenlijke kennisproductie: arbeidsdeling en coördinatie van taken

In de bovestaande tekst is duidelijk geworden dat met behulp van verschillende kennisentiteiten in een onderzoekspraktijk nieuwe kennis geconstrueerd kan worden. De vraag rest nu nog: hoe vindt dit in een onderzoekspraktijk plaats waarin verschillende actoren deelnemen aan de kennisproductie? Volgens Mintzberg vraagt het samenwerken van verschillende actoren in iedere situatie het volgende: *"Every organized human activity ... gives rise to two fundamental and opposing requirements: The **division of labor** into various tasks to be performed, and the **coordination** of these tasks to accomplish the activity".*²⁹ In iedere vorm van samenwerking, hoe deze zich ook manifesteert, zullen actoren een bepaalde vorm van arbeidsdeling handhaven en trachten de verschillende taken te coördineren.

Alle actoren binnen een samenwerkingsverband hebben bepaalde voorkeuren, doelen en criteria van waaruit zij handelen. De kennisproductie is dan ook een proces dat door een zeer uiteenlopende groep actoren uitgevoerd kan worden en waarbij ieder zijn eigen onderdelen aan het gehele product levert. Verschillende actoren assembleren een verzameling van documenten, gegevens en artefacten. Dit proces vindt op verschillende locaties plaats en genereert bepaalde output. De individuele actoren kunnen deze output vervolgens weer met elkaar combineren tot nieuwe configuraties. Er is dus sprake van een bepaalde arbeidsdeling waarbij alle actoren individueel constructiewerk uitvoeren. Vervolgens kan men trachten deze geproduceerde kennis, zoals bij het assembleren van een automobiel, tot een gezamenlijk product te komen.

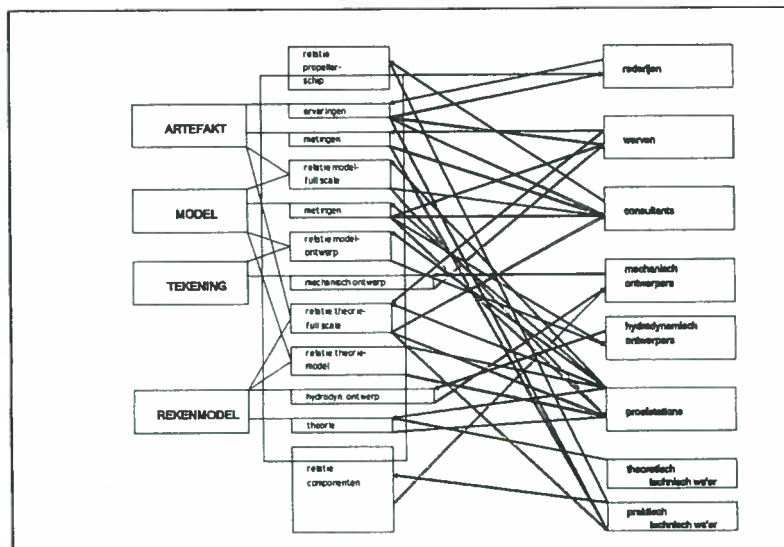
In het geval van het MultimediaN N2 project is de samenwerking geconcentreerd rondom het bouwen van demonstrators. Dit zijn applicaties die laten zien wat de mogelijkheden zijn voor de binnen MultimediaN ontwikkelde kennis. De verschillende partners dragen bij aan de ontwikkeling van dit artefact. Een productieve aanpak voor de analyse van een artefact en bijbehorende arbeidsdeling is geïntroduceerd door van der Meulen.³⁰ Hij gaat uit van de artefacten die ontwikkeld worden binnen bepaalde praktijken. De artefacten bestaan uit verschillende componenten, die vaak ieder door afzonderlijke actoren ontwikkeld

²⁹ Mintzberg, H., (1979) *The Structuring of Organizations*, Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall

³⁰ Meulen, B.J.R. van der, Rip, A., (1992), *Achtergrondstudies hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek 11*, Beoordelen van universitair technisch-wetenschappelijk, Den Haag: Ministerie van onderwijs en wetenschappen

worden. Betrokkenen, in zijn casus van het ontwerp van schroeven, hebben ieder een specialismegebied en dragen van daaruit bij aan het ontwerp van nieuwe (type) schroeven. In het onderstaande schema (figuur 2) zijn een drietal elementen gerepresenteerd. Aan de linkerkant staan de representaties van de artefacten. Kennis over artefacten is niet alleen terug te vinden in functionele ontwerpen maar ook in modellen, theorieën en bijvoorbeeld tekeningen van ontwerpen. Iedere actor in dit model is op een andere andere wijze verbonden met het ontwerpproces. Ze leveren vanuit hun achtergronden bepaalde kennis die bijdraagt aan het ontwerpproces. Vervolgens gebruiken zij ook weer bepaalde kennis uit de samenwerking. Rederijen in dit voorbeeld hebben bepaalde ervaringen en deze zijn voor consultants weer nuttig bij nieuwe ontwerpen die de rederijen gaan gebruiken.

Voor een analyse van de organisatie van de kennisproductie is dit een productief hulpmiddel. Een schema als dit laat zien wie wat, qua kennis, bijdraagt aan het productieproces en wat men zelf qua kennis mee terug neemt. Het is een mooie wijze om een momentopname te construeren van de assemblage van kennis die gemoeid is bij het kennisproductieproces. Het is met dit model echter nog niet duidelijk wat men zelf met de kennis gaat doen of welke andere voordelen behalve kennis men verkrijgt uit de samenwerking. De bijdrage van een actor aan een groter geheel is niet filantropisch. De actor zal zijn activiteiten in welke vorm dan ook rendement willen zien.



Figuur 2: Technisch model van een artefact en arbeidsdeling

Het genereren van output

De output van een productieproces is zeer belangrijk. Als er sprake is van samenwerking tussen verschillende actoren kan er op twee type niveaus opbrengsten onderscheiden worden:

- 1) Allereerst is er de directe productie of kennisontwikkeling van een actor die een bijdrage levert aan het gezamenlijk eindproduct. Deze kennis is voor de actoren die het gemaakt hebben mogelijk herbruikbaar voor andere activiteiten die ze ontplooiën. Denk bijvoorbeeld aan het publiceren van de kennis of ondernemingen kunnen de kennis gebruiken in commerciële producten.
- 2) Indien de actoren een gezamenlijk artefact of product ontwikkelen, kunnen de betrokkenen dit eindproduct mogelijk ook voor eigen gebruik aanwenden. Dit geschiedt bijvoorbeeld wanneer het

eindproduct daadwerkelijk gecreërd is en waarmee de actoren kunnen communiceren naar de buitenwereld toe dat ze een interessant artefact of stuk werkende kennis hebben gecreërd.

Bestaande theorieën over wetenschappelijke ontwikkelingen of innovatie beschouwen samenwerking als een proces dat leidt tot een gezamenlijk eindproduct. Men moet echter niet vergeten dat de halffabrikaten in de kennisproductie mogelijk van net zoveel belang en misschien nog wel van grotere waarde zijn dan de uiteindelijke oplevering van een eindproduct dat vaak centraal staat in grote onderzoeksprogramma's zoals MultimediaN.

Stap 2: Het bewerken en verplaatsen van de kennis

A) De motivatie om kennis te verplaatsen

Sociale interactiesystemen bestaan mede bij de gratie dat ze individuele actoren, tegen het leveren van een bepaalde activiteit, een zekere tegenverdiensite kunnen leveren. Deze tegenverdiensite kan zich voordoen als kapitaal, maar andere vormen zoals de toegang tot bepaalde kennis of een individueel/ psychologische opbrengst als erkenning kunnen onder andere ook zeer belangrijke vormen zijn. De productie van bepaalde kennis in samenwerking met of in opdracht van andere actoren gaat dan ook in nagenoeg alle gevallen gepaard met een wens of gebod om deze kennis te laten zien aan de buitenwereld of het aan te wenden zodat het gebruikt kan worden in andere contexten. Op het moment dat de onderzoekers een nieuwe kennisentiteit hebben gecreërd (een artefact, model, theorie et cetera), kunnen de onderzoekers, als ze dat nuttig achten, de kennis trachten te verplaatsen of werkend te krijgen op een andere locatie dan alleen binnen de onderzoekspraktijk waarin de kennis is ontwikkeld. Deze verplaatsbaarheid is met name in de Westerse wetenschap een belangrijk criterium omdat universele of kosmopoliete kennis gewaardeerd wordt boven kennis die uitspraken doet of functioneert binnen een meer beperkte omgeving.³¹

B) De verplaatsbaarheid van kennis

Omdat de kennis is ontwikkeld binnen een bepaalde onderzoekspraktijk, die criteria en mogelijkheden oplegt aan de kennis (zie paragraaf 3.2.3), is het niet vanzelfsprekend dat deze kennis in een andere onderzoekspraktijk of context, waar mogelijk andere criteria of problemen aanwezig zijn, ook zal werken. Sommige kennisentiteiten zullen verplaatst kunnen worden, terwijl andere entiteiten een contextgebonden uitspraak doen of in een zeer contextgebonden situatie functioneren. In dit onderzoek wordt bewust het woord kennisentiteit gebruikt, omdat kennis een veelheid aan vormen kan hebben die bijvoorbeeld in theorieën zit, vaardigheden van ambachtslieden, modellen of systemen die een constructie zijn van verschillende entiteiten. Kennis is dus altijd gesitueerd of neergedaald in bepaalde entiteiten. De mallen van de kathedraalbouwers, die Turnbull als voorbeeld geeft, kunnen in meerdere situaties toegepast worden, maar alleen als het gaat om het in grote getalen produceren van bogen. Een meer hedendaags voorbeeld zijn de abstracte theoretische ontwikkelingen zoals die in het geval van de Navier-Stokes vergelijkingen op het gebied van stromingsleer. Deze vergelijking kan op een abstract niveau uitspraken doen en is dan ook

³¹ Het begrip kosmopoliete kennis is geïntroduceerd door: Disco, C., Rip, A., van der Meulen, B.J.R., (1992), "Technical innovation and the universities: divisions of labour in cosmopolitan technical regimes" *Social Science Information*, vol. 31 (3), pp. 465-507.

bruikbaar in verschillende situaties.³² Echter in specifieke situaties waar verschillende criteria kunnen gelden, zoals type vloeistof of oppervlakte van het wrijvingsmateriaal, dienen ingenieurs oplossingen te bedenken die geschikt zijn voor die specifieke onderzoekspraktijk en de problemen, die in deze onderzoekspraktijk dominant zijn, op te lossen. En zo geldt voor alle andere contexten waarin een bepaalde vorm van kennis toegepast dient te worden, als de criteria veranderen waaronder de kennis zal moeten gaan functioneren dan dient mogelijk ook de kennis aangepast te worden.

C) Het bewerken van de kennis

Het verplaatsen van de geproduceerde kennis kan dus, als de criteria veranderen, vragen om een extra bewerking van deze kennis. Andere kennisentiteiten zijn juist wel weer geldig binnen meerdere praktijken. Het presenteren van een onderzoek in een wetenschappelijk journal betekent voor een onderzoeker bijvoorbeeld het op maat maken van het verhaal en het op een bepaalde wijze van representeren van het onderzoek. Tegelijkertijd kan hij een theorie presenteren die volgens deze onderzoeker geldig is binnen meerdere contexten. Hoe kan de bewerking van kennis in zijn werk gaan?

Latour's 'laboratory life' biedt in dit geval een algemeen inzicht. Latour beschrijft de bewerking van kennisentiteiten als een proces van translatie. Translatie is een activiteit waarbij een kennisentiteit die onder bepaalde omstandigheden is ontwikkeld, vervolgens gebruikt wordt in een volgende stap dat een ander doel kan hebben. Het kan zijn dat de kennis in een ander 'licht' gezien dient te worden en eventueel aangepast dient te worden om in deze nieuwe context bruikbaar te kunnen zijn. Latour laat verder zien dat de verplaatsing van kennis mogelijk kan zijn doordat kennisentiteiten bepaalde eigenschappen bevatten die mobiel zijn en daarmee te transporteren zijn naar andere contexten.³³ Hij noemt deze transporteerbare kennisentiteiten '*immutable mobiles*'. Deze kennisentiteiten worden gekenmerkt door stabiliteit, mobiliteit en combineerbaarheid of representeerbaarheid. Maar meer inzicht dan dat geeft Latour niet. Kijkend naar het werk van Shapin en Schaffer, is een concreter beeld van deze *immutable mobiles* te krijgen.³⁴ De kennisentiteiten zijn neergedaald in technologische artefacten en theorieën of modellen. De circulatie van kennis wordt mogelijk doordat de kennisentiteiten in het circulatieproces gecodificeerd en gearticuleerd worden. De kennis men wil verplaatsen, wordt geëxpliciteerd, beschreven en gecodificeerd zodat deze ergens anders in werking gesteld kan worden.³⁵ De standaardisatie van entiteiten in dit proces is mogelijk ook een belangrijke stap. Dit is namelijk ook een wijze waarop kennisentiteiten een kosmopoliet of generalistisch karakter kunnen krijgen omdat, net zoals met de mallen van de kathedraalbouwers, de kennisentiteit in verschillende situaties bruikbaar is.³⁶

D) Verplaatsing van de kennis: de communicatie van concepten en artefacten

³² Turnbull, D., (2000), *Masons, tricksters and cartographers : comparative studies in the sociology of scientific and indigenous knowledge*, Harwood Academic Publishers

³³ Latour, B., (1986), *Visualisation and cognition: Thinking with eyes and hands*, Knowledge and society 6, 1-40

³⁴ Shapin, S., Schaffer, S., (1985), *Leviathan and the air pump: Hobbes, Boyle and the experimental life*, Princeton, Princeton university press

³⁵ Codificatie is hier het nummeren, kwantificeren van entiteiten zodat duidelijk is hoe zij zich verhouden tot andere entiteiten in het netwerk.

³⁶ O' Connell, J., (1993), *Metrology: The creation of universality by the circulation of particulars*, Social Studies of Science 23 (1):129-173

Het daadwerkelijk verplaatsen van kennisentiteiten kan gezien worden als een proces van communicatie. Kennisentiteiten (bijvoorbeeld werkende systemen, modellen, wetenschappelijke artikelen, theorieën, ideeën et cetera) kunnen verplaatst worden naar andere contexten. Deze verplaatsing is een vorm van communicatie omdat verschillende actoren aan andere actoren een bepaalde fysieke of mentale boodschap willen doorgeven. De in punt C genoemde kennis mogelijke bewerkingen van kennis, gaan allen uit van een proces waarin bepaalde conceptuen of artefacten gecommuniceerd worden naar andere actoren. De beschrijvingen veronderstellen mensen en dingen als communicerende entiteiten maar gaan hier niet verder op in. Forsers zoals Collins, Turnbull en Latour blijven op een relatief oppervlakkig niveau de communicatie en verplaatsing van kennis beschrijven en gaan niet in op de vraag wat nu de basis is waarop de communicatie kan plaatsvinden. Hoe kan het dat kennis via sociotechnische communicatiestructuren zoals artefacten, modellen, artikelen, theorieën verplaatst kan worden en daar ook succesvolle uitspraken of functies kan uitvoeren?

De volgende noties zijn eventueel nuttig. Zoals eerder gezegd; de kennis in het programma is niet alleen terug te vinden in papieren modellen, theorieën en documenten over doelen, plannen en handleidingen van applicaties maar zit ook in de artefacten zelf. Artefacten kunnen volgens Joerges en Shinn fenomenen detecteren, meten of controleren.³⁷ Tegelijkertijd zijn het ook systemen waarbinnen gegevens worden genoteerd op een bepaalde wijze, ze worden gemodelleerd en gerepresenteerd. De instrumenten maken het mogelijk volgens de auteurs dat bepaalde kennis 'dis-embedded' wordt en in een nieuwe context 're-embedded' wordt. Maar ook mensen kunnen kennisdragers zijn doordat ze bepaalde denkbeelden uitdragen en werkbaar krijgen in andere contexten. Tevens zijn de documenten een belangrijk vehikel om de kennis te transporteren. In al deze entiteiten is bepaalde kennis aanwezig die geldig is in meerdere locaties.

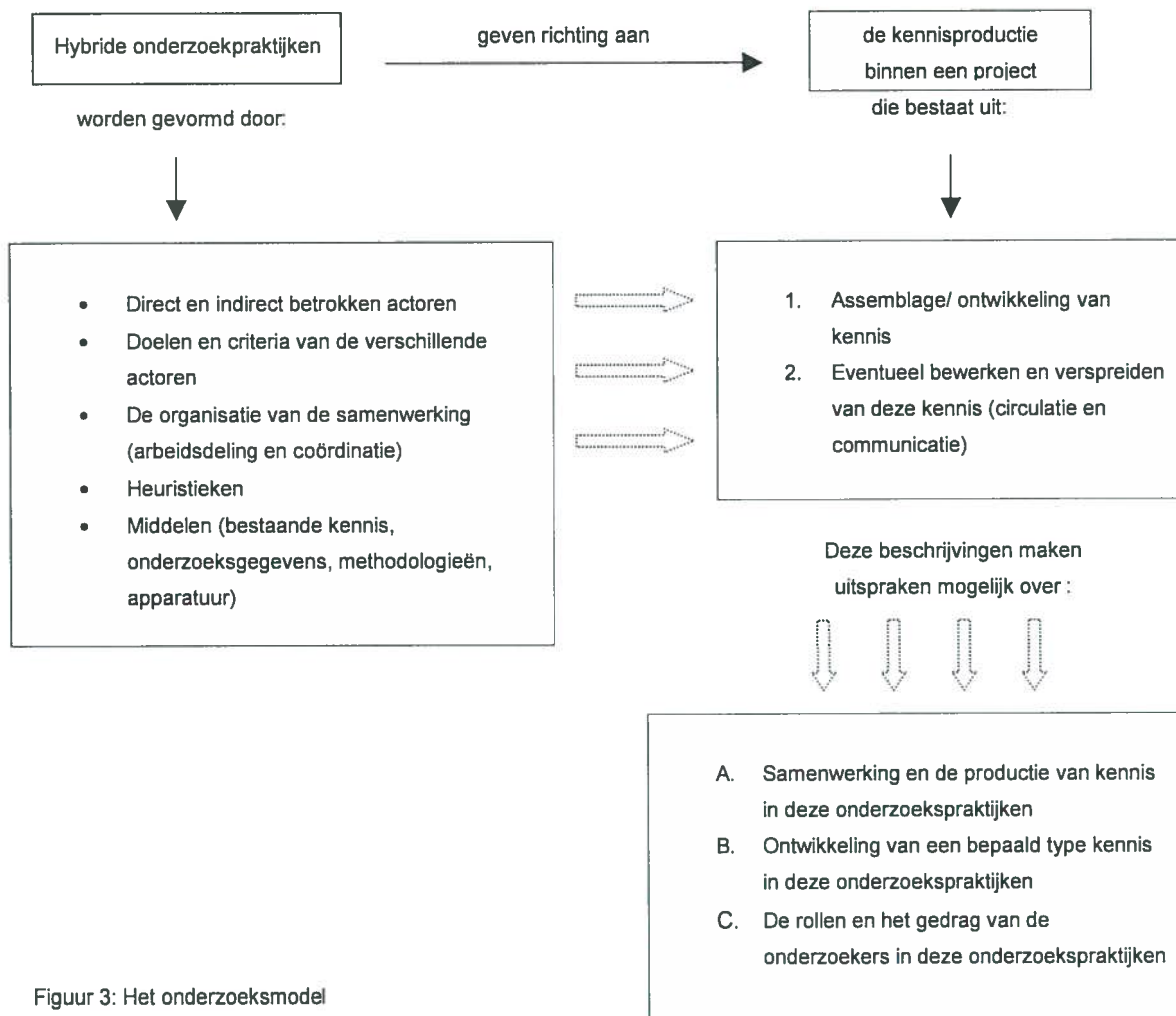
3.3 Conclusie

In het onderstaande figuur (3) is het onderzoeksmodel gegeven. Dit model geeft de invloed weer van onderzoekspraktijken op de kennisproductie en laat ook zien hoe de onderzoeksvragen beantwoordt kunnen worden.

Wetenschappelijke onderzoekspraktijken worden gevormd door actoren die mogelijk verschillende doelen hebben. Binnen deze onderzoekspraktijken bestaat, als men wil samenwerken een bepaalde vorm van arbeidsdeling en coördinatie. Tevens hebben de actoren bepaalde dominante heuristieken die beschrijven wat voor kennis men belangrijk vindt. De middelen die de onderzoekers tot hun beschikking hebben zijn ook een belangrijk onderdeel. Binnen deze onderzoekspraktijken vindt de kennisproductie plaats (zie paragraaf 3.2.1 en 3.2.2). Paragraaf 3.2.3 heeft laten zien hoe deze onderzoekspraktijken vorm kunnen geven aan de kennisproductie. In het geval van MultimediaN dient de wetenschappelijke onderzoekspraktijk geconceptualiseerd te worden als hybride onderzoekspraktijk omdat verschillende type actoren met

³⁷ Joerges, B., Shinn, T., (2001), Instrumentation between science, state and industry, sociology of the sciences, vol. 22 Dordrecht, Kluwer Academic Publishers

verschillende type doelen participeren in de kennisproductie. Niet alleen de criteria van actoren kunnen vormgeven aan de kennisproductie, ook bepaalde dominante heuristieken in het onderzoeksgebied kunnen een bepaalde output van kennis induceren. Dit geldt ook voor de middelen die beschikbaar zijn in de vorm van onderzoeksgegevens, kapitaal en apparatuur. Het zijn al deze onderdelen die invloed kunnen hebben op de kennisproductie (zie figuur 3).



Figuur 3: Het onderzoeksmodel

De ontwikkeling van wetenschappelijke kennis geschiedt binnen deze onderzoekspraktijk. En omdat de kennis altijd gegenereerd wordt binnen een gesitueerde praktijk zijn er grofweg twee type activiteiten te onderscheiden in het kennisproductieproces (zie paragraaf 3.2.4). (1) Actoren gebruiken, binnen een bepaalde onderzoekspraktijk, verschillende kennisentiteiten (bijvoorbeeld onderzoeksgegevens, apparatuur, bestaande wetenschappelijke theorieën et cetera) en construeren met behulp hiervan nieuwe kennis. Dit kan een theorie zijn, een werkend informatiesysteem, een model, medicijn et cetera. (2) Vervolgens kan het voor de actoren aantrekkelijk zijn om de kennis te verplaatsen naar andere contexten. In een samenwerkingsverband, worden de actoren misschien zelfs verplicht om kennis te delen of te verspreiden

naar de buitenwereld. Het kan zo zijn dat voor de verplaatsing van de gecreëerde kennis nog een bewerking nodig is om het te kunnen gebruiken in een andere context. Bijvoorbeeld om de kennis te kunnen presenteren in een wetenschappelijk journal. Hiervoor dient de functie van een systeem of artefact getekstualiseerd te worden. En zijn bepaalde grafieken het communicatiemedium die de werking van een systeem aantonen in een publicatie. Een andere vorm van bewerking is aanpassing van een bepaald kennissysteem (bijvoorbeeld een artefact of een model dat voorspellingen geeft) zodat het kan werken in een andere context waar andere criteria gelden. Een model dat stromingsdynamieken voorspelt, kan misschien zeer nauwkeurig werken en wetenschappelijk interessant zijn. Echter in een private omgeving waar efficiency een belangrijk criterium is, kan het zijn dat men een sneller model prefereert en graag wat van de nauwkeurigheid van het model opoffert.

3.3.1 Beantwoording van de onderzoeksvragen

Het beschrijven van de kennisproductie in termen van het construeren en de daarop volgende bewerking en verplaatsing van de kennis (figuur 3), geeft de mogelijkheid om antwoord te geven op de deelvragen: (A) Hoe vindt de samenwerking en de productie van de kennis plaats in het N2 project, (B) wat voor kennis wordt hier ontwikkeld en (C) wat is te zeggen over de rollen en het gedrag van de onderzoekers in deze onderzoekspraktijk.

Het analyseren van de constructie van de kennis (1) kan duidelijk maken hoe de samenwerking en kennisproductie binnen MultimediaN plaatsvindt en door de verschillende actoren wordt vormgegeven. Samen met de beschrijving van het tweede punt van de kennisproductie (2) kan de kennisproductie in deze onderzoekspraktijken worden beschreven (A). De kennis die de onderzoekers construeren in de verschillende onderzoekspraktijken, in combinatie met de wijze waarop deze kennis vervolgens wordt verspreid, zal tevens naar voren brengen wat voor kennis binnen deze contexten wordt gecreëerd en wat de onderzoekers belangrijk vinden aan deze kennis (B). Wat voor type kennis is dit? Is er überhaupt een generalisatie te maken? Hoe belangrijk is deze kennis in relatie tot andere factoren, zoals geld en het praktisch werken van een artefact. En dit kan direct inzicht geven in een antwoord op de laatste van de drie onderzoeksvragen; (C) hoe functioneren de wetenschappers in deze configuraties, in termen van rollen en gedrag.

3.3.2 Beperkingen van het model

De relatie tussen onderzoekspraktijken en de daarin vertegenwoordigde kennisproductie dekt niet alle dynamieken die zich voordoen in de werkelijkheid. Dit onderzoek beperkt haar activiteiten tot het onderzoeken van directe en meer indirecte variabelen die richting geven aan de kennisproductie in MultimediaN. Institutionele variabelen zoals economisch klimaat, een veranderend wetenschapsbeleid en op micro niveau psychologische of individuele factoren worden niet meegenomen in de analyse. Het is plausibel om te stellen, dat in het hierboven gegeven model (figuur 3) feedbackprocessen toegevoegd

kunnen worden. Dit wordt onderschreven door systeem theoretici³⁸. Men zou kunnen stellen dat de onderzoekspraktijken en de daarin aanwezige kennisproductie zich in een voortdurende co-evolutie bevinden. Een onderzoeker in een bepaalde onderzoekspraktijk ambieert een bepaalde wijze van kennisproductie en kennisoutput. Deze kennisproductie en geproduceerde kennis creëert vervolgens ook een bepaald wenselijk ontwerp van de onderzoekspraktijk.

3.4 Onderzoeksmethode & beperkingen

Globale aanpak en dataverzameling

De eerste opzet van het onderzoek is geweest om MultimediaN breed een analyse te maken. In verband met tijdsdruk is dit niet gelukt en heeft de analyse zich gericht op de activiteiten in het N2 project. Voor het onderzoek zijn een tiental interviews gehouden met de wetenschappelijk directeur het programma en de betrokkenen van zes van de negen projecten van het MultimediaN programma. Aan de hand van het bijwonen van een presentatie van onderzoekers van het N2 project en het analyseren van documentatie, zijn de werkzaamheden binnen de verschillende werkpakketten van het N2 van het MultimediaN programma beschreven. De documentatie bestaat uit onderzoeksplannen, beoordelingsrapporten, inhoudelijke documentatie over de verschillende onderzoeksprojecten, publicaties van de onderzoekers en de applicaties die gebouwd zijn in de projecten.

Beperkingen

Tentijde van dit onderzoek is het MultimediaN programma anderhalf tot twee jaar onderweg. Er zijn nog relatief weinig eindproducten. Deze worden met name in de tweede helft van het vierjarige programma opgeleverd. Dit betekent dat het lastig is geweest om van de betrokkenen te horen wat concrete eindproducten zouden worden. Er lagen nog veel vragen open over het ontwikkelen van de eindproducten: de demonstrators. Toch is het op basis van de beschikbare informatie mogelijk geweest om een betrouwbare indruk te geven van de kennisproductie omdat er zeer veel informatie was over de activiteiten van subprojecten en globale noties over de ontwikkelingen van de eindproducten.

Omwillen van de tijd is de uitwerking van de cases beperkt gebleven tot één casus waarbij voornamelijk is gefocust op de wetenschappelijk onderzoekers binnen het project. Deze casus is een vrij uniek geval gebleken in relatie tot het gehele programma. Het afscheid van de assistent projectleidster is hiervan een voorbeeld. Een generalisatie van dit project naar uitspraken over het gehele MultimediaN programma kunnen dan ook niet gemaakt worden. Toch zal blijken dat de kennisproductie in het N2 project een mooie casus is waarin is te zien hoe men samenwerkt in een onderzoeksprogramma dat tracht om verschillende type actoren bij elkaar te brengen.

Vooruitblik naar de analyse:

³⁸ Bahg, C.G., Major systems theories throughout the world, Behavioral science 35, 79-107

Op basis van het hierboven gepresenteerde model zal in de komende twee hoofdstukken de analyse plaatsvinden. Allereerst zal in hoofdstuk vier de opzet van het MultimediaN onderzoeksprogramma geschetst worden. Hierbinnen vindt de kennisproductie van het N2 project plaats en de directie van MultimediaN heeft expliciete ideeën over hoe de samenwerking zou moeten geschieden. Hoofdstuk vijf kijkt vervolgens in detail naar de kennisproductie in het N2 project.

4 Het onderzoeksprogramma MultimediaN

"In an ever-increasing pace, the digital data streams of the world are composed of multimedia data items. Multimedia, that is pictorial, auditory, and textual data, is the form of information users prefer – in business or consuming, active or passive, static or dynamic, photograph or video, text or speech. Multimedia is the message of this era."

Prof. Dr. Arnold Smeulders, wetenschappelijk directeur MultimediaN³⁹

4.1 Inleiding

Het N2 project is ingebed in het onderzoeksprogramma van MultimediaN. Dit hoofdstuk biedt belangrijke inzichten over de structuur van het onderzoeksprogramma en de invloed die deze structuur heeft op de activiteiten binnen de individuele projecten. Het programma legt namelijk criteria en doelen op aan de betrokken actoren. Tevens schrijft de directie een bepaalde vorm van samenwerking voor. Hier dienen de actoren aan te voldoen tijdens het kennisproductieproces.

Dit hoofdstuk begint met een korte beschrijving van het ontstaan van MultimediaN (4.2). Vervolgens besteden de paragrafen 4.3 en 4.4 achtereenvolgens aandacht aan de wetenschappelijke en sociaal-economisch context waarin het onderzoeksprogramma zich bevindt. Deze contexten hebben een invloed gehad op de organisatie tijdens de opzet van het onderzoeksprogramma. De visie, missie, doelen (4.5) en de organisatie van de samenwerking (4.6) in MultimediaN komen vervolgens aan bod. Paragraaf 4.7 bespreekt vervolgens hoe de organisatie van de samenwerking en de doelen en criteria die gesteld worden vanuit MultimediaN de concrete onderzoekspraktijken binnen het onderzoeksprogramma beïnvloeden.

4.2 Het ontstaan van MultimediaN

De start van het onderzoeksprogramma MultimediaN is ingeluid door de toekenning van een subsidie uit een onderzoeks stimuleringsprogramma van de Nederlandse overheid genaamd BSIK. In 2004 is de subsidieaanvraag goedgekeurd voor MultimediaN om technisch-wetenschappelijk onderzoek op te zetten op het gebied van informatietechnologie en multimedia. MultimediaN is gestart als een consortium van een zevental partners. MultimediaN bestaat uit private en publieke onderzoeksinstituten, (semi)-overheidsinstellingen en belangrijke spelers in het bedrijfsleven op het gebied van informatietechnologie en multimedia. Het is een heterogeen gezelschap met uiteenlopende interesses en achtergronden. Om een

³⁹ Smeulders, A.W.M., MultimediaN annual plan 2005

beeld te geven van deze diverse groep van betrokkenen volgt hieronder een overzicht van de zeven partners die betrokken waren bij de oprichting van het consortium:

- Centrum voor Wiskunde & Informatica (CWI)
- Universiteit van Amsterdam (UvA)
- Technische Universiteit Delft (TUDelft)
- TNO
- Universiteit Twente (UT)
- Telematica Instituut (TI)
- Philips

De partijen hebben eerder samen gewerkt in een voorloper van de BSIK-regeling, ICES/KIS-2 onder de naam Multimedia Information Analysis.

4.3 Het wetenschappelijke domein van multimedia en informatie-technologie

Deze paragraaf heeft als doel een algemeen beeld te geven van het wetenschappelijke onderzoek dat uitgevoerd wordt binnen MultimediaN en te laten zien welke problemen een dominante plaats hebben binnen dit onderzoeksgebied. Deze aspecten laten op algemeen niveau zien wat voor heuristieken aanwezig zijn in het domein van de multimedia en informatietechnologie en daarmee invloed hebben op de kennisproductie van de onderzoekers van dit veld.

4.3.1 Multimedia?!

Als mensen aan multimedia denken, dan denken ze vaak aan video's, plaatjes of computerspellen. En wat kan er nu eigenlijk wetenschappelijk, economisch en maatschappelijk interessant zijn aan een onderzoek naar bewegend beeld, plaatjes of spraak? Achter de begrippen video, spraak, audio en tekst is een wetenschappelijk domein aanwezig waarin kennis wordt ontwikkeld die van grote economische en maatschappelijke waarde kan zijn in de toekomst aldus de directie.

Multimediale informatietechnologie: een allesdoordringende technologie

"Vandaag de dag maken steeds grotere hoeveelheden digitale data deel uit van onze kennis- en ervaringswerelden. Dit is een belangrijke basis voor ondernemen. In toenemende mate bestaan digitale datastromen uit visuele-, audio- en tekstuele data. Digitale sensoren dringen op tal van plaatsen door en gebruikmakend van de toegenomen capaciteit van computers en netwerken en door de steeds groter wordende opslag, neemt de omvang van multimedia data spectaculair toe. Met eenvoudig beschikbare bandbreedte en computerkracht wordt het ook steeds duidelijker dat gebruikers de voorkeur geven aan een

multimediale vorm van informatie-uitwisseling.”⁴⁰ Digitale multimediale informatie is alom vertegenwoordigd in onze maatschappij. We kunnen niet meer zonder digitale tekstverwerking, beeld en geluid.

Om meer te laten zien van de relevantie en de mogelijke impacts van multimediale informatietechnologie zal hieronder eerst een schets worden geven van het onderzoeksveld en de centrale problemen die in het wetenschappelijke domein spelen.

4.3.2 Structuur van het multidisciplinaire onderzoeksveld

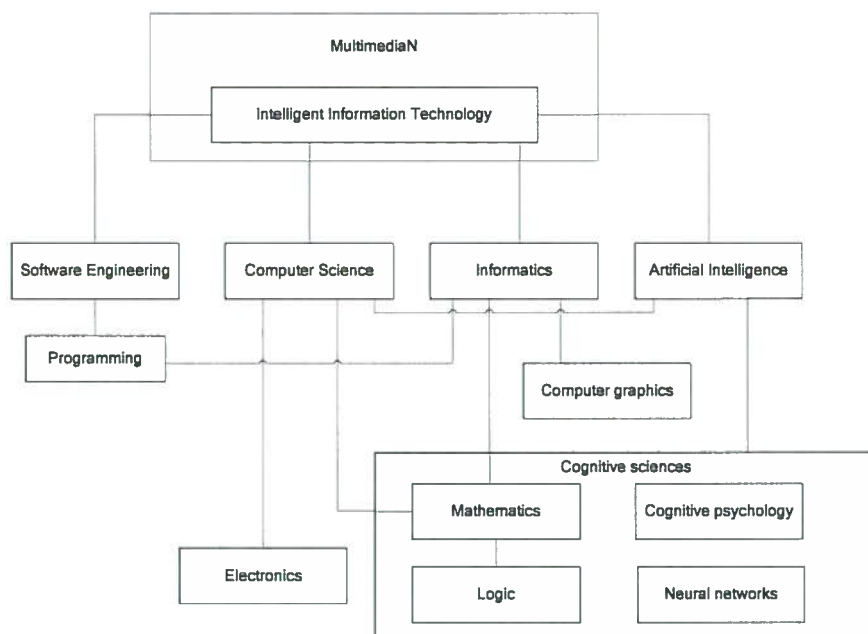
De meest geschikte noemer waaronder MultimediaN zou kunnen vallen is een aandachtsgebied met als titel ‘intelligente informatietechnologie’. Het onderzoeksprogramma is niet te plaatsen onder een enkele wetenschappelijke discipline, maar het programma bestaat binnen een multidisciplinair onderzoeksveld dat haar activiteiten structureert rondom de opslag, verwerking en distributie van informatie. Hiervoor zijn allerlei technieken nodig die ontwikkeld worden binnen verschillende wetenschappelijke disciplines. Het onderzoeksdomein is daarmee te typeren als een hoofdzakelijk probleemgeoriënteerd dat transdisciplinaire kenmerken vertoont.

Verbonden wetenschappelijke disciplines

De wetenschappelijke discipline kunstmatige intelligentie is één van de belangrijke wetenschappelijke disciplines in het onderzoeksprogramma. Kunstmatige intelligentie zelf is een multidisciplinair onderzoeksgebied die onder andere informatica, logica en cognitieve psychologie omvat en met elkaar verbindt.⁴¹ Andere disciplines die betrokken zijn bij het ontwerp van Intelligente informatietechnologie, zijn ‘software engineering’ en ‘programming’, maar ook de meer hardware gerichte disciplines spelen een rol. Het gebied waarin MultimediaN zich bevindt is niet monodisciplinair. Het is een zeer divers gebied dat vanuit allerlei deelgebieden kennis gebruikt om specifieke problemen te benaderen op het gebied van intelligente informatietechnologie. Figuur 4 geeft een overzicht van de betrokken disciplines. De figuur is een schematische benadering van de werkelijkheid. Het is geen 100% correcte afspiegeling van de complexe werkelijke socio-cognitieve structuren die aanwezig zullen zijn. Het schema echter is bedoeld om een beeld te schetsen van de transdisciplinaire aard van het onderzoeksprogramma en de daarbinnen aanwezige onderzoekspraktijken, waarbinnen de kennisproductie plaatsvindt. Het wetenschapsgebied is een bonte schakering van allerlei verschillende gebieden die bijdragen aan oplossingen op het gebied van de intelligente informatietechnologie.

⁴⁰ Website MultimediaN: www.multimedien.nl, geraadpleegd op: 21-03-2006

⁴¹ Geïnterviewde nr. 1



Figuur 4: Het multidisciplinaire onderzoeksveld van de intelligente informatietechnologie

4.3.3 Aandachtsgebieden & centrale problemen

De basismotivatie die achter het onderzoek ligt op het gebied van de intelligente informatietechnologie, is het trachten grip te krijgen op informatie (beeld, geluid, tekst) en informatiesystemen. Een belangrijk onderdeel van het grip krijgen op deze zaken is het toevoegen van betekenis aan de informatie, oftewel semantiek⁴¹. Daarnaast zijn er nog andere zaken die belangrijk zijn om het gebruik van multimediale informatie tot nut te laten zijn van de individuen, de private sector en publieke instellingen. In het wetenschappelijke onderzoeksveld worden de onderstaande vragen als relevant geacht om tot een succesvoller gebruik van multimediale informatie te komen⁴¹:

Doel: de ontwikkeling van semantische informatiesystemen

Het overgrote deel van de problemen zijn direct of indirect gebruiker gerelateerd. Gebruikers van informatie en informatiesystemen willen namelijk interacteren met heterogene vormen van informatie en de huidige informatiesystemen zijn niet aangepast op de menselijke wijze van interactie. Mensen interacteren op een specifieke wijze met informatie, ze geven betekenis aan informatie op een bepaalde manier, en die manier kan ook nog eens heel persoonlijk zijn. Wat dan nodig is, is een informatiesysteem dat kan anticiperen op die behoeftes. Op de website wordt het eerder genoemde als volgt gesteld:

"Wat we nodig hebben zijn intelligente, zich aanpassende computer programma's die de contextuele informatie weten uit te putten. Kort gezegd: we hebben een semantische computer nodig, meer dan de huidige bit-verwerkers."⁴⁰

Men acht het dus nodig informatiesystemen te ontwikkelen die betekenis (semantiek) kunnen geven aan de data (beeld, geluid, tekst). De data dient in een context te plaatsen zijn en van daaruit dient een programma te 'begrijpen' wat die data omvat.

Toepassingen

De directie van MultimediaN verwacht niet alleen van de onderzoekers dat men interessante wetenschappelijke resultaten boekt. Het onderzoek dient ook economische en maatschappelijke voordelen mogelijk te maken. MultimediaN zelf onderscheidt vier toepassingsgebieden waarover de kennis verspreid kan worden:

- E-culture
- I-services
- Media
- Veiligheid

Ter illustratie: Veiligheid is een belangrijk thema. Een goed voorbeeld is de camerabeveiliging op de NS stations. Een intelligente detectie van gebeurtenissen, zoals geweld of vernieling, maakt het mogelijk om ten eerste een veiligere omgeving te creëren maar ook om de enorm arbeidsintensieve video-surveillance activiteiten efficiënter te maken. De directie van het onderzoeksprogramma ziet graag dat men nieuwe wetenschappelijke kennis ontwikkelt en tegelijkertijd tracht deze kennis in concrete situaties uit te laten testen.

4.3.4 Conclusie

Er zijn een drietal aspecten genoemd die invloed hebben op de wijze waarop de wetenschappers binnen de projecten van MultimediaN kennis produceren. 1) Het onderzoeksveld waarin de onderzoekers zich bevinden, is een multidisciplinair onderzoeksveld waarin met name kunstmatige intelligentie en informatica een belangrijke rol spelen. 2) Het onderzoeksveld van de multimedia en informatietechnologie, waarin de onderzoekers actief zijn, richt zich met name op het trachten te creëren van semantische informatiesystemen. Dit zijn informatiesystemen die begrijpen hoe mensen informatie tot zich nemen en ordenen en hier betekenis aangeven. Het onderzoeksveld is gericht op het oplossen van dit type problemen en wetenschappers in het domein worden uitgedaagd om concrete vooruitgang te boeken op deze onderzoeksvragen (3). Het MultimediaN programma heeft bepaalde toepassingsvelden voor ogen en ziet graag dat onderzoekers de kennis uitdragen zodat de kennis ingang vindt in het bedrijfsleven of een meer maatschappelijke context.

4.4 Rol en plek in het Nederlandse innovatiesysteem

Zoals in ieder westers land, hebben ook in Nederland beleidsmakers zich het afgelopen decennium in toenemende mate sterk gemaakt voor een succesvoller (efficiënter, effectiever en productiever) nationaal

innovatiesysteem. Nederland immers is een kennisland, een nationale economie die het moet hebben van kenniswerkers en niet van laaggeschoolde arbeid, is de heersende opinie.

4.4.1 De BSIK-regeling

In het licht van deze ontwikkeling heeft de Nederlandse overheid in 1994 en 1998 een tweetal investeringsprojecten opgezet (ICES/KIS 1 en 2)⁴². Het ging hier nog 'slechts' om respectievelijk 113 en 211 miljoen euro. Het derde investeringsproject, genaamd ICES/KIS 3 of BSIK, is eind 2003 opgestart met een budget van ruim 800 miljoen euro. MultimediaN is een van de 33 projecten geweest die subsidie hebben ontvangen voor dit laatste project. De BSIK regeling is een stimuleringsprogramma dat technisch-wetenschappelijk onderzoek stimuleert om zo de kenniseconomie te kunnen versterken.

Het is belangrijk om te weten wat beleidsmakers beoogd hebben met deze regeling. De criteria die zij hebben gehandhaafd voor de toekenning van de subsidies hebben effect op de opzet van de onderzoeksagenda's van de programma's en de structurering van het onderzoek. De commissie rangschikte de aanvragen op basis van de volgende criteria⁴³:

- Bijdrage aan kwalitatief hoogstaand fundamenteel of industrieel onderzoek of de kwaliteit van de kennisinfrastructuur in Nederland;
- Baten in de vorm van wetenschappelijk inzicht, technologische of maatschappelijke concepten, innovatieve toepassingen;
- Het leiden tot een betere wijze van verspreiding en overdracht van de kennis en de resultaten die worden verkregen door het kennisproject;
- Positieve maatschappelijke of economische gevolgen voor Nederland en aansluiting op het regeringsbeleid;
- Inbedding in de kennisketen van fundamenteel onderzoek naar onderzoek gericht op toepasbaarheid;
- Waardevol vanwege samenwerking met een nationale uitstraling, doordat het fundamenteel of industrieel onderzoek landelijk of regionaal wordt gebundeld.

Het programma is primair bedoeld om wetenschappelijk onderzoek mogelijk te maken dat tevens bijdraagt aan de Nederlandse maatschappij op economisch en maatschappelijk vlak. Het onderzoek moet ingebed zijn in een context waarin zowel de kennisproducenten, de universiteiten en onderzoeksinstituten, als de kennisvragers (voor zover je daarvan kunt spreken), industrie en overheden samenwerken. Door deze verbindingen te verstevigen en enigszins te institutionaliseren, is de heersende gedachte achter het innovatiebeleid, zal de kennisstroming naar belangrijke maatschappelijke en economische actoren in Nederland geoptimaliseerd kunnen worden. Voor de BSIK-regeling geldt dat alleen voorstellen worden gehonoreerd in de situaties dat er naast de onderzoeksinstituten ook ondernemingen en publieke organisaties deelnemen in het consortium.

⁴² Site: <http://www.senternovem.nl/bsik> Geraadpleegd op: 16-05-2006

⁴³ Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Jaargang 2002 (nr. 649)

4.4.2 Conclusie

De nationale overheid, die als subsidieverstrekker optreedt van het MultimediaN programma, legt belangrijke criteria en doelen op aan het onderzoeksprogramma. Het programma dient verschillende typen actoren in haar kennisproductie en disseminatie te incorporeren. Zonder deze samenwerking komt er geen geld beschikbaar. Tevens dient de kennisproductie binnen het programma te leiden tot maatschappelijk en economisch relevante kennis. Dat is een belangrijk criterium voor het type kennis dat gecreëerd dient te worden. Deze doelen en criteria zijn terug te zien in de visie, missie en doelstellingen van het programma die de volgende paragraaf bespreekt. De visie van MultimediaN moet in het licht gezien worden van de BSIK-regeling die beoogd sociaal en economisch relevant onderzoek te verrichten dat rekening houdt met de disseminatie van de geproduceerde kennis. In paragraaf 4.6 wordt duidelijk hoe deze criteria ingevuld worden als het gaat om de organisatie van de samenwerking.

4.5 Visie, missie en doelstellingen

Wat is dan de door MultimediaN opgestelde visie, de daarvan afgeleide missie en de doelen die het programma heeft gesteld? Deze visie komt in zijn algemeenheid sterk overeen met de door de overheid opgestelde criteria die hierboven zijn genoemd.

4.5.1 Visie: multimedia is de toekomst!

De directie van het programma heeft een groot vertrouwen in de opkomende importantie van multimedia. Het digitale, multimediale tijdperk komt er aan aldus MultimediaN. *"Multimedia is the message of the future."* Op de website wordt het als volgt gesteld:

"Wij verwachten dat in het jaar 2010 alle berichtenverkeer voor zaken, entertainment, particulier, in de zorg en in veiligheid allemaal digitaal zullen verlopen. Niet als tekst ingetikt achter de computer maar als digitaal beeld, taal en geluid. Alle content wordt digitaal."⁴⁴

Achter deze visie liggen een technisch-wetenschappelijke visie en een economisch-maatschappelijke visie.

Economisch-maatschappelijke visie

De deelnemers van het MultimediaN-consortium zien multimedia als een significante economische stimulans en hebben deze visie naar de BSIK-commissie op een succesvolle wijze duidelijk kunnen maken. Zoals eerder al is duidelijk geworden, bij de relevantie en mogelijke impact van toepassingen op het gebied van multimedia, doet intelligente informatietechnologie op economisch en maatschappelijk gebied beloftes over mogelijke succesvolle toepassingen.

⁴⁴ Website: www.multimedien.nl, geraadpleegd op 22-03-2006

Het samenwerken en de disseminatie van kennis naar andere actoren speelt vervolgens ook een centrale rol in de toekenning van de subsidies en daarmee in de doelen van MultimediaN. Daarnaast is het voor de directie niet alleen belangrijk dat directe economisch belangen gediend worden. Ze ziet voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën ook een rol weggelegd als het gaat om maatschappelijk toegevoegde waarde. Denk hierbij bijvoorbeeld aan verbeterde veiligheid door intelligent cameratoezicht of het ontsluiten van databases met cultureel erfgoed als televisieopnames of bandopnames van schrijvers. Het creëren van kennis met economische en maatschappelijke meerwaarde is daarmee een zeer belangrijk onderdeel van het MultimediaN doel.

Technisch-wetenschappelijke visie

De technisch-wetenschappelijke visie van het onderzoeksprogramma hangt sterk samen met het hierboven genoemde. Deze visie is als volgt:

*"Essential ingredients of handling data in the future are multimedia analysis, multimedia information systems, multimodal interaction, and multimedia data exploration. They have to work together to integrate yet fragmented data, to make data productive where inaccessible, to present data personally where overflowing and to acquire knowledge where it can be learned from the data."*⁴⁵

Samenvattend zien we bij de directie van MultimediaN een visie op wat wetenschappelijk relevant is, maar ook zoekt ze bewust maatschappelijke en economische aspecten op waaraan het programma kan bijdragen. Hiervoor worden bewust deelnemers op gezocht om te zorgen voor de verspreiding van de kennis. De directie heeft ook een duidelijke visie over hoe succesvol wetenschappelijk en innovatief onderzoek in dit domein opgezet dient te worden.

4.5.2 Missie

Op basis van de bovenstaande visie van MultimediaN over de toekomst van intelligente informatietechnologie en haar rol in de maatschappij is de missie als volgt gesteld⁴⁶:

De missie van MultimediaN is kennisontwikkeling en kennisopname van multimedia technologie voor de informatie-intensieve en competitieve kennismaatschappij van de toekomst.

Het onderzoeksprogramma ziet het als haar missie *"to enhance the inevitable introduction of multimedia technology in all threads of the information society"*.⁴⁷ Deze missie is te typeren als een innovatief missie statement. Het zegt niets over de kennis die ontwikkeld wordt of de problemen die men wil aanpakken. Het

⁴⁵ Smeulders, A.W.M., MultimediaN annual plan 2005

⁴⁶ Website MultimediaN: www.multimedien.nl, geraadpleegd op 22-03-2006

⁴⁷ Smeulders, A.W.M., MultimediaN Annual Plan 2005

missie statement is geformuleerd in termen van het nut dat het programma kan hebben voor de Nederlandse kenniseconomie. De hieronder genoemde doelen laten dit goed zien⁴⁸:

- Strengthen knowledge base of the Netherlands
- Close the knowledge gap to industry and knowledge institutions
- Introduce new multimedia technology in society

En MultimediaN tracht dit te bereiken door publiek-private samenwerking te faciliteren en aan te moedigen tussen wetenschap en industriële en maatschappelijke instellingen. Deze partners *"werken aan de ontwikkeling van multimedia informatie technologie voor gebruik in hoogwaardige toepassingen, met name in media en informatie-intensieve bedrijven maar ook in maatschappelijke instellingen op het gebied van veiligheid en cultuur."*⁴⁹

4.5.3 Doelstellingen

Het onderzoeksprogramma heeft zich ten doel gesteld de kennisproductie en kennisdisseminatie naar maatschappelijke en economische actoren zo effectief mogelijk te maken. De subprojecten van het programma worden afgerekend op basis van de vier onderstaande criteria⁵⁰.

- Wetenschappelijk;
- economisch/valorisatie;
- maatschappelijk;
- en disseminatie/communicatie activiteiten.

De onderzoekers worden bijvoorbeeld afgerekend op de wetenschappelijke output die ze genereren in termen van journal en conferentie artikelen. Ook de disseminatie van de geproduceerde kennis door middel van het geven van presentaties of het publiceren van nieuwe kennis in populaire tijdschriften wordt op prijs gesteld.

Een belangrijk doel: het creëren van een 'golden demonstrator'

Het ontwikkelen van werkende artefacten, die kunnen demonstreren dat de kennis die ontwikkeld wordt binnen MultimediaN relevant en uitvoerbaar is, is een zeer belangrijk onderdeel van doelen die zijn gesteld. Deze werkende artefacten noemt de directie de 'golden demonstrators' en de demonstrators incorporeren de kennis die is geproduceerd binnen een bepaald project of binnen meerdere projecten. De demonstrator is geen eindproduct. Het is niet zo dat MultimediaN beoogt om eindproducten te creëren die door alle deelnemers kunnen worden gebruikt en dat dit in de demonstrators terechtkomt. *"the goal of the demo is to show the latest developments in technology..."*⁵¹. *"As ICT operates at a world-wide scale, it is our task to demonstrate new technology by working with users at the shop floor, (co-)developing new product*

⁴⁸ Smeulders, A.W.M., Presentatie MultimediaN

⁴⁹ Website MultimediaN: www.multimedien.nl, geraadpleegd op 22-03-2006

⁵⁰ Directie MultimediaN, Rapportage template voor de projecten

⁵¹ Intern document voor de opzet van de golden demonstrator 'Affective Mirror' in het N2-project

*prototypes, showing in business demonstrators what can and cannot be technically achieved, and by direct exchange of experiences amongst key developers.*⁵² De demonstrator is dus niet een inhoudelijk einddoel van het programma maar een blijk van vermogen naar buiten toe dat de kennis die hier is ontwikkeld belangrijk is en het functioneert in een (semi-)praktische context.

4.5.4 Conclusie

De directie van MultimediaN heeft wetenschappelijke, economische, maatschappelijke en innovatieve doelen gesteld. Deze doelen komen overeen met de visie die de MultimediaN directie met betrekking tot haar rol in het Nederlandse innovatiesysteem als ontwikkelaar van economisch en maatschappelijk relevante kennis en haar bemiddelende rol in het verstevigen van de verbanden tussen wetenschappers en industrie. En dit alles is te plaatsen in de opzet van de BSIK-regeling waarin gevraagd wordt om een bijdrage aan economische en maatschappelijke doelen door middel van het verbeteren van het wetenschappelijke kennisniveau.

Het doel van de kennisproductie in het programma is vorderingen te bewerkstelligen, die bijdragen aan de problemen die aanwezig zijn binnen het domein van de multimedia en informatietechnologie. Eén van de manieren om dit te doen is het creëren van demonstrators die laten zien wat mogelijke toepassingen kunnen zijn en ook bewijzen dat de kennis die is geproduceerd ook daadwerkelijk functioneert.

In de volgende paragraaf komt aan bod hoe men deze doelen tracht te verwezenlijken door een bepaalde organisatie van de samenwerking te creëren en daarmee een structuur tracht op te leggen aan de concrete onderzoekspraktijken in de MultimediaN projecten.

4.6 Organisatie van de samenwerking in MultimediaN

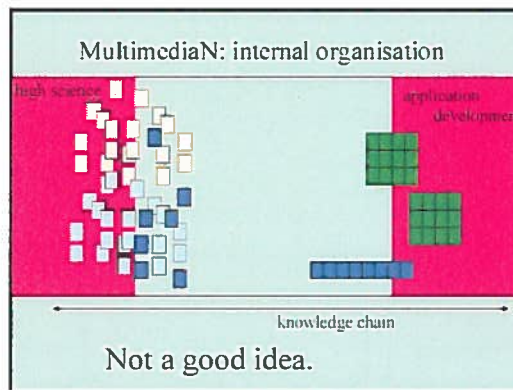
De organisatie van de samenwerking is een belangrijk element van de onderzoekspraktijken waarin wetenschappers kennis produceren. De directie van MultimediaN heeft een uitgesproken mening over de wijze waarop zij haar doelen als programma kan bereiken. Op basis hiervan is de organisatie van de samenwerking opgesteld.

4.6.1 Visie van MultimediaN op de organisatie van de samenwerking

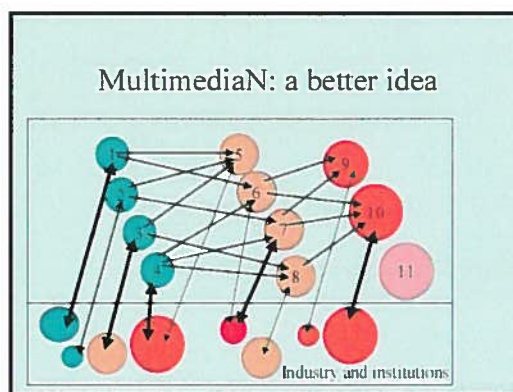
De economische en maatschappelijke alsmede de wetenschappelijke doelen die MultimediaN zich heeft gesteld, impliceren dat de kennis op enigerlijwijze verplaatst zal moeten worden naar andere actoren in de maatschappij (industrie en publieke organisaties).

⁵² Smeulders, A.W.M., MultimediaN Annual Plan 2005

In figuur 5 is weergegeven hoe de directie denkt dat de verplaatsing van de kennis niet en vervolgens wel moet worden georganiseerd. De wetenschappelijke ontwikkelingen zijn zeer belangrijk maar er dient geen kloof te zijn tussen de meer abstracte wetenschappelijke ontwikkelingen waarbij ook bedrijven aanwezig kunnen zijn en de meer concrete op software-applicaties gerichte activiteiten, waarbij ook minder kennisintensieve organisaties kunnen aansluiten. De directie stelt voor om kennisprojecten te hebben die zich door de gehele 'knowledge chain' bevinden. Hierdoor zou men kennis succesvoller kunnen verplaatsen naar contexten waarin het gebruikt kan worden door actoren om concrete problemen mee op te lossen.



Men denkt dit als volgt te kunnen bereiken: *"By establishing good working relationships across the public-private divide, we aim to empower the digital world of industry and institutions. We aim to prepare for multimedia anywhere, anyone, and anytime still to come.From the start MultimediaN has set a goal to attract new participants in the program. Interested industry, governmental and non-profit parties are invited at a 'Worktable' of collaborating scientists from knowledge institutions and industry R&D. In the role of first user they are requested to bring in examples of daily problems in the different stages of their multimedia processes and articulate their future wishes. In interaction with the scientists new ideas for technological solutions will be tested."*⁵³



Figuur 5: Organisatie van de kennisstromen zoals het niet en wel moet gebeuren aldus de directie

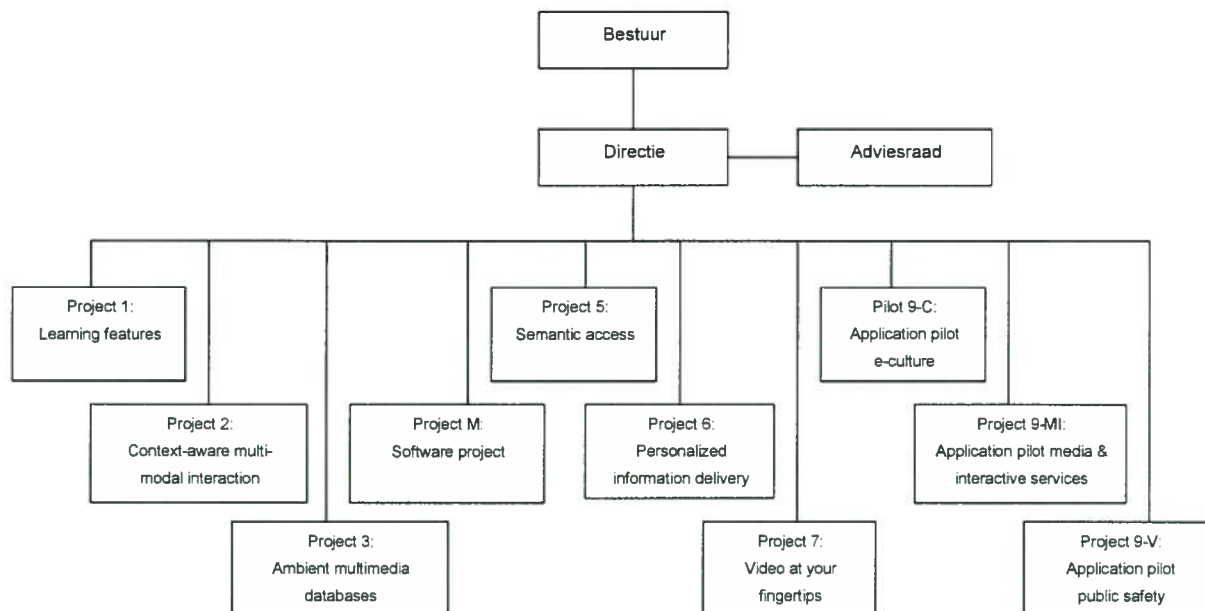
Het is dus met name de één op één samenwerking tussen verschillende partijen die de kennisoverdracht dient te creëren. Wetenschappers kunnen hun ideeën uittesten in een 'reallife' omgeving en de bedrijven en publieke instellingen profiteren van de nieuwe technologie.

4.6.2 Organisatie van de samenwerking op programmaniveau

Figuur zes is een schematische weergave van de organisatiestructuur van MultimediaN. De directie met daarin de wetenschappelijke directeur die de dagelijks leiding heeft, legt verantwoordelijkheid af aan het bestuur dat bestaat uit de partners van MultimediaN. De adviesraad staat de directie bij in het maken van beslissingen. Het onderzoeksprogramma zelf bestaat uit een tiental projecten waarvan één project een overkoepelende functie heeft, namelijk het bouwen van de zogenaamde 'golden demonstrators' (zie

⁵³ Smeulders, A.W.M., MultimediaN Annual Plan 2005

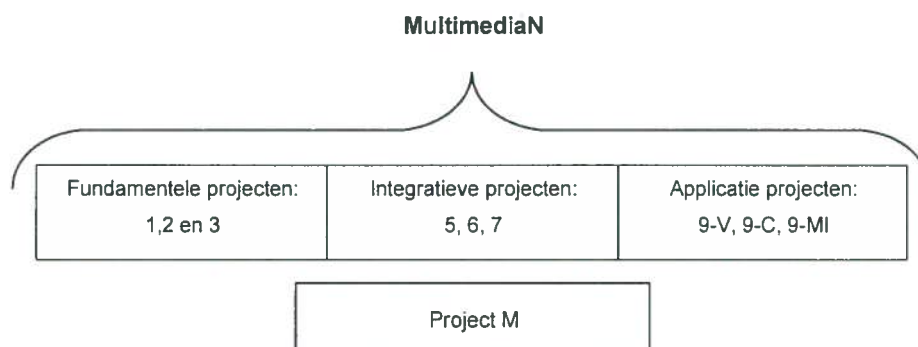
paragraaf 4.5.3). Dit project, genaamd M, beschikt over de middelen om de software engineers in de individuele projecten te betalen en daarmee de bouw van deze demonstrators te faciliteren. De projecten bestaan uit verschillende onderliggende subprojecten die men werkpakketten noemt.



Figuur 6: Organogram MultimediaN

Clustering van de projecten

De tien projecten zijn op een bepaalde wijze geclusterd en onder te verdelen in drie categorieën: fundamentele projecten, integratieve projecten en applicatie pilots. De projecten 1, 2 en 3 zijn de fundamentele projecten, de integratieve projecten bestaan uit projecten 5, 6 en 7 en de applicatie pilots zijn de type 9 projecten. Het M project monitort de ontwikkeling van de 'golden demonstrators' en stuurt de software engineers aan die de ontwikkeling uitvoeren. Zie de onderstaande figuur voor een grafische weergave.



Figuur 7: De drie projectclusters

Ieder van de individuele projecten bestaat vervolgens uit verschillende werkpakketten waarin academische, private en publieke actoren op deelgebieden kennis produceren.

Verschillende doelen en criteria per projectcluster

De directie stelt per projectcluster verschillende doelen en criteria aan de kennisproductie die binnen de individuele projecten plaatsvindt. De fundamentele projecten en de integratieve projecten zijn 'high science' aldus de directie en zullen met name de bijdragen aan de wetenschappelijke output van het MultimediaN programma. Individuele onderzoekers die goed presteren in hun vakgebied werken hier samen om tot nieuwe kennis te komen. Deze onderzoekers worden met name afgerekend op hun wetenschappelijke prestaties (publicaties, bijdragen aan conferenties).

De applicatieprojecten hebben vooral de taak kennis te creëren in een applicatiecontext waardoor men kan laten zien dat ontwikkelde kennis ook in de praktijk werkt.⁵⁴ De onderzoekers gebruiken daarbij, voor zover mogelijk, de kennis uit de fundamentele en integratieve projecten zijn hier bezig concrete producten/diensten op te leveren in de vorm van applicaties. Ook hier zijn publicaties belangrijk maar het tonen van de werking van een bepaalde kennistoepassing heeft het hoofddoel.

De hier onderstaande quote is exemplarisch voor de rollen die de verschillende projectclusters hebben.⁵⁵

"De fundamentele projecten creëren kennis die nieuw is op wereldniveau. De integratie projecten creëren kennis waarbij bestaande video-, audio- en spraaktechnologie kennis wordt gecombineerd en de toegepaste projecten creëren toepassingskennis in een applicatiecontext."

4.6.3 Organisatie van de samenwerking binnen de individuele projecten

Het doel om te komen tot de uitwisseling van kennis en het articuleren van vragen die spelen in het maatschappelijke en economische domein heeft ook op individueel projectniveau consequenties voor de structuur van de samenwerking. De directie van MultimediaN verwacht van de deelnemers dat deze volgens een zogenaamd 'werktafelmodel' werken. Dit werktafel model dient kennisuitwisseling te induceren doordat in de dagelijkse praktijk verschillende partijen contact met elkaar hebben.

De directie van het onderzoeksprogramma heeft geen dagelijkse monitoring van de resultaten en bemoeit zich niet expliciet met de onderzoeksagenda's van de projecten. De directie verwacht dat de projecten goed presteren, wanneer dit niet gebeurt zal de directie sturend optreden. Als een project het onderzoek wil aanpassen kan dit. De grote lijnen blijven echter gehandhaafd.⁵⁶ De directie legt anders dan het werktafelmodel geen structuren op waarbinnen de samenwerking dient te geschieden.

⁵⁴ Smeulders, A.W.M., Addendum bij BSIK aanvraag 2004

⁵⁵ MultimediaN voortgangsrapportage 2004, versie 21 maart 2005

⁵⁶ Geïnterviewde nr. 1

Arbeidsdeling en coördinatie van de samenwerking

Ieder project is opgedeeld in een aantal subprojecten, ook wel werkpakketten genoemd. Per werkpakket is aangegeven welke industriële of maatschappelijke actoren participeren in het werkpakket. De werkpakketten bestaan altijd uit één of meerdere organisaties die het onderzoek uitvoeren. Daarnaast kan het zo zijn dat een organisatie als eerste gebruiker betrokken is bij een werkpakket. Deze eerste gebruiker is geïnteresseerd in de uitkomsten van het onderzoek, levert vragen en gegevens aan uit een 'reallife' context en kan gebruik maken van de kennis die wordt ontwikkeld.

De activiteiten binnen de verschillende werkpakketten kunnen leiden tot een gezamenlijke demonstrator maar dit is niet noodzakelijk. Bepaalde kennis die ontwikkeld wordt binnen de werkpakketten komt mogelijk niet terecht in de demonstrators.

4.7 Conclusie: consequenties voor de kennisproductie in N2

Het vorige hoofdstuk is afgesloten met de presentatie van het onderzoeksmodel waar duidelijk is geworden dat onderzoekspraktijken bestaan uit onder andere actoren, doelen en criteria van deze actoren en de organisatie van de samenwerking. Deze aspecten beïnvloeden de kennisproductie die binnen de onderzoekspraktijken plaatsvindt. In dit hoofdstuk zijn reeds een aantal elementen uit deze onderzoekspraktijk zichtbaar geworden.

De directie tracht kennisproductie in de individuele onderzoekspraktijken te beïnvloeden. Dit geldt ook voor het N2 project dat in het volgende hoofdstuk het onderzoeksobject is. Aan het eind van hoofdstuk twee zijn met betrekking tot de kennisproductie een drietal onderzoeksvragen gesteld: 1) hoe de samenwerking en kennisproductie plaatsvindt, 2) wat voor type kennis ontwikkeld wordt en 3) wat de rollen en het gedrag van de wetenschappers zijn in deze onderzoekspraktijken. De tekst hieronder gaat verder in op de wijze waarop de directie tracht invloed uit te oefenen op de lokale onderzoekspraktijken waarin de kennisproductie plaatsvindt.

Samenwerking en kennisproductie binnen de MultimediaN onderzoekspraktijk

De samenwerking vindt plaats binnen verschillende projecten die op hun beurt bestaan uit verschillende werkpakketten waarin het werk wordt uitgevoerd. In deze werkpakketten zijn wetenschappelijke onderzoekers, private en publieke organisaties op individuele of gezamenlijke basis aan het werk. De kennisproductie binnen de fundamentele en de integratieve projecten vindt niet plaats op basis van concrete eindproducten die men voor ogen heeft. Het doel is in deze projecten met name wetenschappelijk hoogstaande kennis te genereren welke vervolgens gebruikt kan worden door andere actoren. Tevens dient men in de individuele projecten (delen van) de kennis te incorporeren in zogeheten demonstrators om te laten zien dat de kennis die is ontwikkeld ook echt functioneert.

De ontwikkeling van een bepaald type kennis binnen de MultimediaN onderzoekspraktijk

De kennisproductie binnen MultimediaN dient wetenschappelijke alsmede economische en maatschappelijk doelen. Wetenschappers worden geacht niet alleen kennis te ontwikkelen die wetenschappelijk nieuw is. De kennis dient ook economische meerwaarde te kunnen genereren (op korte of lange termijn) of dient oplossingen te bieden voor maatschappelijke problemen zoals veiligheids en privacy vraagstukken. De fundamentele en integratieve projecten hebben vooral als doel om wetenschappelijk relevante kennis te produceren. Toch is het ook hier belangrijk dat de kennis ontwikkeld wordt met als doel economische of maatschappelijke meerwaarde te creëren.

Het onderzoeksveld van de intelligente informatietechnologie, waarin de onderzoekers zich bevinden, is een multidisciplinair onderzoeksveld waarin met name kunstmatige intelligentie en informatica een belangrijke rol spelen. Het onderzoeksveld richt zich op de ontwikkeling van semantische informatiesystemen. Wetenschappers in het domein worden uitgedaagd om concrete vooruitgang te boeken op dit gebied door middel van het creëren van artefacten.

De rollen en het gedrag van wetenschappers binnen de MultimediaN onderzoekspraktijk

De wetenschappers in dit onderzoeksveld zien zich geconfronteerd met verschillende doelen die de directie van bovenaf oplegd. Naast de gebruikelijke wetenschappelijke doelen vindt de directie het ook belangrijk dat onderzoekers in het programma kennis produceren die tegelijkertijd economisch of maatschappelijk relevant is. De onderzoekers binnen MultimediaN dienen dan ook in hun werkzaamheden deze hybride doelen te verwerken. Wat voor invloed dit kan hebben op de werkzaamheden zal in het volgende hoofdstuk duidelijk worden.

5 Kennisproductie in het MultimediaN N2 project

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de kennisproductie in een viertal concrete onderzoekspraktijken die onderdeel zijn van het N2 project. Aan het eind van dit hoofdstuk kan op basis van de beschrijving van deze kennisproductie antwoord gegeven worden op de onderzoeksvraag: Hoe vindt de kennisproductie plaats in deze hybride omgevingen in termen van de samenwerking, het type kennis dat men produceert en de rollen en het gedrag van de wetenschappers.

Zoals in hoofdstuk drie is aangegeven, bestaat een onderzoekspraktijk uit de onderstaande onderdelen:

- Direct en indirect betrokken actoren
- Doelen & criteria van de verschillende actoren
- De organisatie van de samenwerking
(arbeidsdeling en coördinatie)
- Heuristieken
- Middelen (bestaande kennis, onderzoeksgegevens, methodologieën, apparatuur)

Het onderzoek dient deze aspecten mee te nemen in de analyse van de kennisproductie omdat al deze factoren vorm kunnen geven aan de kennisproductie. In het vorige hoofdstuk is afgesloten met een korte bespreking van de invloed, die de heuristieken van het onderzoeksveld en de organisatie van de samenwerking alsmede de doelen die MultimediaN heeft gesteld, hebben op de kennisproductie in de onderzoekspraktijken van MultimediaN. Paragraaf 6.2 gaat hier verder op in door in detail te kijken naar de doelen van het N2 project, de betrokken actoren en de organisatie van de samenwerking. De paragrafen 6.3 tot en met 6.6 beschrijven vervolgens de kennisproductie, die plaatsvindt binnen een viertal onderzoekspraktijken van het N2 project. De onderdelen van de onderzoekspraktijk zijn de ingrediënten voor het volgen van de kennisproductie. En het proces van kennisproductie is beschreven als het construeren en vervolgens verplaatsen van de kennis. Paragraaf 6.6 trekt conclusies op basis van deze analyses en tracht antwoord te geven op de vraag hoe de kennisproductie in het N2 project plaatsvindt. Het volgende hoofdstuk kan op basis hiervan verder ingaan op de vraag wat het betekent voor actoren om in een dergelijk onderzoeksprogramma actief te zijn en hoe de bestaande conceptualiseringen van de kennisproductie in hybride onderzoekspraktijken zich verhouden tot de dynamieken die waarneembaar zijn in het N2 project.

5.2 Doelen en betrokken actoren

5.2.1 Globaal doel

Het N2 project wordt getrokken door TNO en de TUDelft en bestaat uit een zestal subprojecten waarvan er één het bouwen van de demonstrators is. Het algemene doel van het project is om de interactie tussen mens en computer te vergemakkelijken door technologieën te ontwikkelen, die de computer in staat stellen meerdere communicatie typen van de mens te begrijpen, zoals gezichtsuitdrukkingen, gebaren en spraak. De onderzoekers gebruiken hiervoor het begrip multimodale interactie. Vervolgens willen de onderzoekers de computer laten 'begrijpen' dat communicatie context afhankelijk is wat betreft verschillende gebruikers en hun emotionele statussen. In het projectplan die de projecten verplicht zijn te ontwikkelen, zijn 'deliverables' opgesteld die uit de verschillende werkpakketten naar voren dienen te komen (zie 5.2.5 voor een verdere uitwerking).

Alleen de ontwikkeling van de demonstrator is een gezamenlijk product dat voort dient te komen uit het N2 project. De verschillende actoren in de afzonderlijke werkpakketten kunnen over het algemeen hun eigen onderzoek opzetten en uitvoeren.

5.2.2 Inhoudelijk doel

Het doel van het N2 project is de interface tussen mens en computer te vergemakkelijken door de computer beter te laten 'begrijpen' wat de gebruiker wil duidelijk maken. Het project verdeelt dit doel in twee onderdelen, namelijk het multimodaal maken van de interface en het context gevoelig maken van het apparaat. Multimodaal betreft de communicatie wijze die kan geschieden via audio, tekst, gebaren, gezichtsuitdrukkingen et cetera. De context gevoeligheid betreft het computersysteem te leren dat er verschillende gebruikers zijn met verschillende voorkeuren en dat deze gebruikers ook nog eens in een verschillende toestand kunnen opereren. Ze kunnen kwaad of blij zijn bijvoorbeeld. Samenvattend beoogt het N2 project een bijdrage te leveren aan een interactie tussen mens en computer die (beter) rekening houdt met:

- Verschillende communicatiemethoden van de mens
- De handelingscontext van de gebruiker
- Status van gebruiker (is de gebruiker blij, verdrietig, boos,...?)
- Verschillende gebruikers

Concreet worden deze bovenstaande doelen vertaald naar de ontwikkeling van technologieën die deze multimodale interacties ondersteunen. Het ontwerp van een demonstrator is één manier om uiting te geven aan de ontwikkeling van deze technologieën. Deze demonstrator is een 'proof of concept', het bewijs dat een bepaald idee kan werken. De bedrijven kunnen delen van dit systeem of concepten vervolgens verplaatsen naar hun eigen domein en optimaliseren voor hun situatie.

5.2.3 Betrokken actoren

In het N2 project participeren een viertal onderzoekspartijen. Dit zijn de vakgroep Man Machine Interaction van de TUDelft, de afdeling Human Factors van TNO, V2 en de Waag Society. Ook zijn er een tweetal eerste gebruikers.

TUDelft (MMI): Vanuit deze universiteit participeert de onderzoeksgroep 'Man-machine interaction' in het N2 project. Vanuit deze groep zijn twee AIO's fulltime bezig met onderzoek, daarbij zijn ook een drietal senior onderzoekers betrokken.

TNO: TNO is een organisatie die zich in een positie ziet geplaatst door veranderende subsidiering van de overheid waarbij het in toenemende mate haar bestaan moet rechtvaardigen door haar kennis te vermarkten. Vanuit de afdeling Human Factors van TNO is een AIO fulltime betrokken bij het onderzoek, zij wordt begeleidt door twee andere onderzoekers. Daarnaast levert TNO ook een software engineer die samen met andere engineers de demonstrators moeten gaan bouwen.

V2: V2 is een publieke kennisinstelling die onderzoek en ontwikkeling uitvoert op het gebied van kunst en media technologie.⁵⁷

Waag society: De Waag Society is een kennisinstituut op het snijvlak van cultuur en technologie dat een bijdrage wil leveren aan de ontwikkeling van de informatiemaatschappij.⁵⁸

LogicaCMG: Deze IT-dienstverlener gaat waarschijnlijk helpen bij het opzetten van een pilot voor een digitale gids in het Stedelijk Museum.

Eerste gebruikers:

Vicar Vision: Deze onderneming is actief op het gebied van beeld en video perceptie en analyse. Voor hen is bijvoorbeeld de mogelijkheid om gezichtsuitdrukkingen te herkennen interessant.

Het Stedelijk Museum: Net zoals Vicar Vision is deze speler geïnteresseerd in de mogelijkheden van de technologie die in N2 ontwikkeld wordt.

N.B. Begin 2006 hebben de onderzoeksleidster van de TUDelft en LogicaCMG het project verlaten. De onderzoeksleidster van de TUDelft is inmiddels werkzaam in London, waar zij haar onderzoek voortzet. Dit getuigt van een relatief grote autonomie ten opzichte van het MultimediaN programma.

5.2.4 De werkpakketten van het N2 project

Het N2-project bestaat uit een zestal werkpakketten die ieder een deelgebied beslaan van de interactie tussen mens en machine. In de onderstaande figuur staan per werkpakket de actoren die deelnemen aan het onderzoek en, indien aanwezig, gebruikers van de technologie. In deze scriptie vindt een analyse plaats van de werkpakketten 1A, 1B, 3 en 5 (de demonstrator ontwikkeling). In deze werkpakketten zijn afzonderlijke partijen actief en wordt dus niet samengewerkt met andere kennisproducenten in het N2 project. Dit is representatief voor het gehele N2 project. Alleen in het vijfde werkpakket werken de partijen actief samen in het creëren van de demonstrator. De ontwikkeling van de demonstrator geschiedt echter

⁵⁷ www.v2.nl (about)

⁵⁸ <http://www.waag.org/waagsite/>

niet door de onderzoekers zelf maar door software engineers die betaald worden uit het M-project van MultimediaN.

Werkpakket	1A	1B	2	3	4	5
Naam	Visual input and audio-visual fusion	Speech input	Wearable Interfaces	Context Awareness	Collaborative Environments	Demonstrator development & software integration
Deelnemers	TU Delft Vakgroep HMI	TNO	V2	TU Delft Vakgroep HMI	Wag Society LogicaCMG	TNO V2 Wag Society
1ste gebruiker				Vicar Vision	Stedelijk Museum	

Figuur 8: Arbeidsdeling in het N2 project

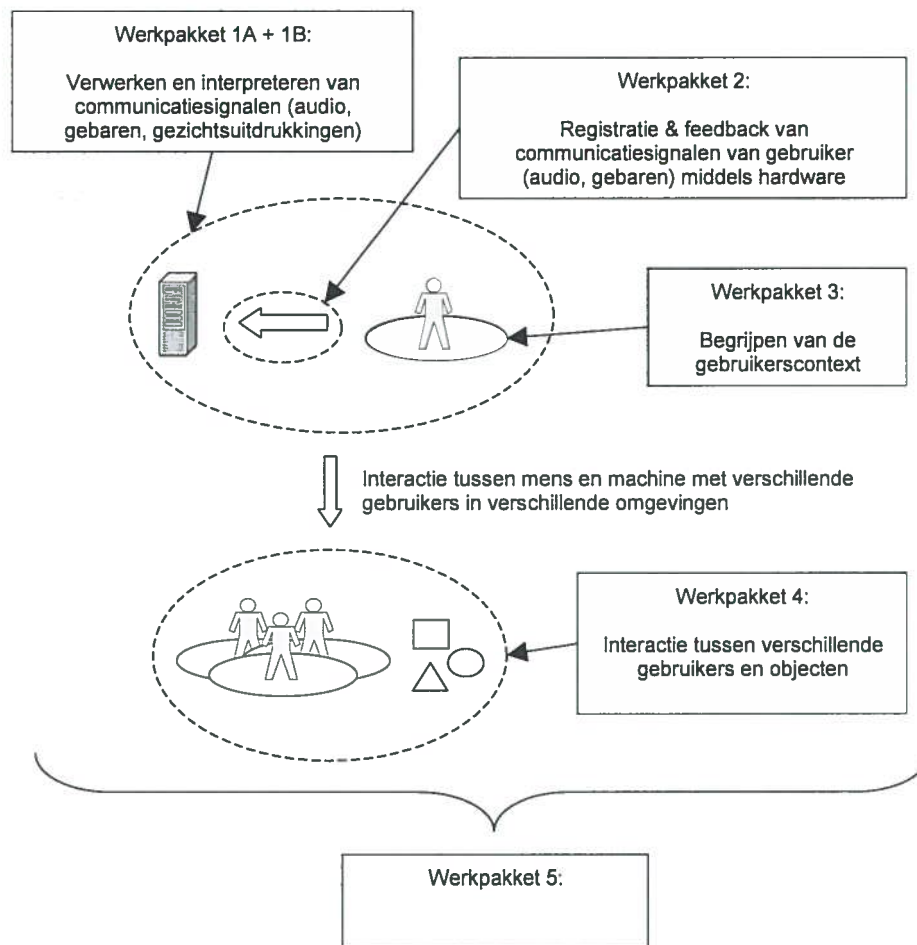
De zes werkpakketten worden bemand door verschillende organisaties die verschillende doelen hebben. In de analyse van de kennisproductie in het 1A, 1B en 3 werkpakket zal blijken dat de onderwerpen van de werkpakketten passen bij de specialismen die de verschillende organisaties hebben op het gebied van mens machine interactie.

5.2.5 De samenwerking en coördinatie tussen de werkpakketten

Directe samenwerking tussen de verschillende partijen in de afzonderlijke werkpakketten is niet zichtbaar. Toch bestaat er in het N2 project wel een visie over hoe de verschillende werkpakketten samen een gestructureerde bijdrage kunnen leveren aan het onderzoeksveld van de mens-machine interactie. De directie van MultimediaN verplicht de individuele projecten tot het ontwerpen van een dergelijke visie. Dit namelijk geeft structuur aan de samenwerking tussen de verschillende partners en zorgt daarmee mogelijk ook voor de gewenste kennisoverdracht.

De basisgedachte van het N2-project achter het creëren van een verbeterde interactie is het gevoeliger maken van de computer voor een meer menselijke manier van communiceren en het interpreteren en reageren op deze menselijke communicatie. De interactie tussen mens en machine kan volgens het N2-project opgedeeld worden in een aantal deelgebieden.

Werkpakket 1A richt zich evenals **werkpakket 1B** op de registratie en verwerking van menselijke communicatie. Deze verschillende communicatiesignalen kunnen bij elkaar gezet worden voor emotieherkenning. In het **tweede werkpakket** worden de mogelijkheden gecreëerd om de communicatiesignalen, die de gebruiker produceert en die werkpakket 1A en 1B als input gebruikt, op te vangen. Dit pakket ondersteunt de technische communicatie tussen gebruiker en computer en probeert nieuwe manieren van communicatie te introduceren. Men geeft in werkpakket twee nog geen betekenis aan bepaalde gedragingen van de gebruiker. Het **derde werkpakket** zoomt in op de context waarin de gebruiker zich bevindt en probeert de computer hier voor gevoeliger te maken. Wanneer de gebruikerscontext duidelijk is, kunnen bepaalde gedragingen ook beter begrepen worden. Bepaald gedrag zoals het zwaaien met een hand kan in een bepaalde gebruikerscontext het nemen van afscheid betekenen maar in een andere context kan hetzelfde gebaar een groet zijn.



Figuur 9: Opzet van het N2 project

De werkpakketten 1A, 1B, 2 en 3 zijn relatief autonome onderdelen van een grotere conceptuele configuratie die beschrijft hoe gebruikers en computers succesvoller met elkaar zouden kunnen interacteren. Wat mist is een raamwerk waarin dit alles kan functioneren. In het vierde **werkpakket** tracht men een omgeving te creëren waarin meerdere gebruikers en mogelijk ook objecten om de gebruikers heen op een meer succesvolle wijze met elkaar kunnen interacteren. In het vijfde **werkpakket**, de demonstrator ontwikkeling, worden de verschillende kennisontwikkelingen of gedeelten er van uit de verschillende werkpakketten geïntegreerd in de demonstrators.

5.3 Kennisproductie in werkpakket 1B

TNO is geïnteresseerd in het automatisch detecteren van gelach, huilen, een hoge stem of het langzaam praten. Deze emotionele uitingen zijn volgens onderzoekers te extraheren uit stukken audio waarin mensen praten.

5.3.1 Schets van de onderzoekspraktijk

Doelen en criteria van TNO

TNO is een publieke kennisinstelling die met behulp van basisfinanciering van de overheid onderzoek uitvoert. De nationale overheid rekent TNO echter ook af op de relevantie van de ontwikkelde kennis in termen van economisch nut en maatschappelijke relevantie. De directe toepasbaarheid van de kennis die ontwikkeld wordt door TNO is een stuk belangrijker dan bij de TUDelft. De doelen van TNO komen daarmee sterk overeen met de algemene doelen die MultimediaN heeft gesteld aan de kennisproductie, namelijk wetenschappelijk nieuw maar ook economisch relevant.

De onderzoekster van TNO bouwt aan een emotie detector. In concreto is dit de ontwikkeling van een analysetool. De emotie detector heeft als doel paralinguïstische gegevens zoals blijdschap en boosheid te detecteren die verpakt zitten in de spraak van mensen te herkennen. Het herkennen van spraak is hier niet het onderwerp. Ze zijn geïnteresseerd in de vocale intonaties, dus of er gelachen wordt, snel of langzaam wordt gepraat. Om dit vervolgens te vertalen naar een emotionele status van de gebruiker. Dit zou TNO vervolgens kunnen gebruiken in een product zoals het detecteren van onveilige situaties op stations of het detecteren van stress in een werkomgeving. De AIO die werkzaam is binnen dit werkpakket wordt dan ook door haar leidinggevendend aangemoedigd om kennis te produceren die zo goed mogelijk functioneert in een realistische applicatie context. Het verklaren van bepaalde fenomenen is niet interessant voor de onderzoeker.

Heuristieken

Momenteel richt het detecteren van emoties van gebruikers zich alleen op het detecteren van lach. Dit onderzoek is een stap in de richting van een werkende applicatie die lach kan detecteren en in een later stadium ook andere signalen dient te achterhalen die in audio aanwezig zijn (boosheid, frustraties,...). De onderzoekers trachten, zoals gebruikelijk is in hun onderzoeksveld, systemen te creëren die emoties kunnen voorspellen op basis van een zo realistisch mogelijke omgeving. Echter, hoe realistischer de omgeving des te slechter de prestaties. Men tracht dan ook om een systeem te creëren dat relatief goede prestaties levert en tegelijkertijd extra factoren toe te laat zodat het systeem in een toenemend realistische context kan functioneren. Voor TNO is dit zeer belangrijk omdat de informatiesystemen ook moeten gaan functioneren in een praktijk omgeving.

De dominante zoekmethoden die in het onderzoeksveld aanwezig zijn, zijn te typeren als probabilistische zoekmethodes. Het detecteren van emoties wordt door de onderzoekers gebaseerd op modellen die waarschijnlijkheidswaarden genereren. Dit is een effectieve benaderingswijze gebleken in het detecteren van emoties.

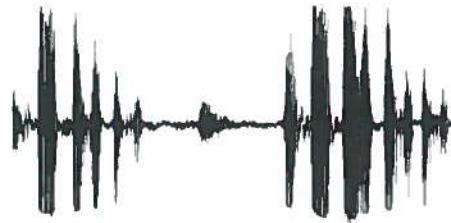
In deze gemeenschap is het algemeen geaccepteerd om te participeren in internationale competities waarin verschillende onderzoekers hun systemen laten testen. Met name de competities van het NIST (National Institute for Standards and Technology) in de VS staat hoog aangeschreven.

Middelen

Voordat analyse van de kennisproductie plaatsvindt, is het verstandig stil te staan bij de middelen die gebruikt worden in het productie proces en onderdeel van de onderzoekspraktijk zijn.

De onderzoeksgegevens

De werkelijkheid waar de onderzoeker grip op wil krijgen is, zoals altijd, een complex geheel. De onderzoeksgegevens bestaan uit geluidsopnames. Deze opnames bevinden zich in een 'corpus', een gegevensbank. Deze audio gegevensbanken bevatten urenlange conversaties en/of een mix van spraak met achtergrond geluiden of andere geluiden die de sprekers maken. Deze onderzoeksgegevens zijn de werkelijkheid die door de onderzoekers



Figuur 10: Een audio segment (x-as: tijd, y-as: amplitude)

gebruikt wordt om uitspraken over te doen. De keuze voor een bepaalde audiogegevensbank heeft veel invloed op het functioneren van het detectiesysteem dat de onderzoeker ontwikkelt. Aldus de onderzoeker: *"Ik wil graag realistische opnames, maar misschien moet ik gewoon starten met een minder realistische database."* De gegevensbanken worden namelijk gevormd door bepaalde typen opnames waarin de complexiteit in mindere of meerdere mate wordt gereduceerd.

Apparatuur

De apparatuur die de onderzoekers gebruiken zijn speelt met name een belangrijk rol als het men het detectiesysteem test. De onderzoekers zijn vooral gericht op het creëren van modellen en algoritmes, deze zaken worden verwerkt in een testapplicatie die kan laten zien hoe succesvol dit plaatsvindt.

5.3.2 Ontwikkeling van de kennis

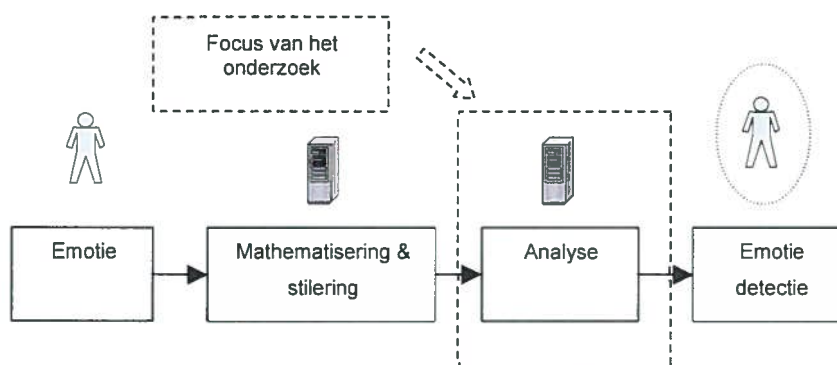
Wetenschappelijke kennisproductie is net zoals alle andere vormen van kennisproductie een proces waarin verschillende entiteiten geassembleerd worden en waarbij verschillende stappen gemaakt moeten worden. In het onderstaande stuk is weergegeven hoe dit zich in het 1B werkpakket ontwikkelt.

De onderzoeksaanpak

De doelen, criteria en heuristieken van de onderzoeker binnen TNO zijn goed terug te vinden in de wijze waarop het onderzoek is opgezet is. De algemene gedachte achter het onderzoek is dat op basis van gedigitaliseerde audio fragmenten en een daarop volgende analyse van deze fragmenten, de emotie van een persoon kan worden gedetecteerd. Het onderzoek richt zich puur op audiogegevens die reeds zijn gedigitaliseerd en ontdaan zijn van de individuele eigenschappen van de personen die de geluiden hebben geproduceerd. En het doel is het technische potentieel, om gelach te kunnen onderscheiden van spraak, te verbeteren, zodat men de kennis kan toepassen in realistische omgevingen. De ambivalentie van emoties, zoals zenuwachtigheid dat tot gelach leidt of gelach om een grap, is niet interessant voor de onderzoeker en in het onderzoek wordt geen gebruik gemaakt van psychologische theorieën over wat emotie is en hoe

deze te herkennen is. Het is de functie van de applicatie waarin men is geïnteresseerd, niet de verklaringen achter de werking van het artefact.

Verderop zal blijken dat het onderzoek een proces is waarin men op basis van de gemathematiseerde gegevens en de fysieke eigenschappen van de audio uitspraken wil doen die betrekking hebben op emotie. In het kort worden de volgende stappen gemaakt in het onderzoeksproces.



Figuur 11: Globale stappen in het onderzoek

De voorbereidende stappen: mathematisering en stilering van de onderzoeksgegevens

De emoties van mensen zijn opgenomen en als audiofragmenten opgeslagen in de databanken. De werkelijkheid is hiermee gereduceerd tot mathematische waarden zoals te zien is in figuur 10, waar een audiofragment te zien is. De gegevensbanken bestaan uit honderden of duizenden van dit soort geluidsfragmenten.

Om de kennis te laten functioneren, wat een belangrijk doel is voor de TNO onderzoeker, kiest men voor gegevensbanken die gestileerde audiofragmenten bevatten.

- 1) Opnames die in de dagelijkse realiteit genomen worden, bevatten vaak gelach en spraak door elkaar. Men heeft alleen fragmenten geselecteerd waarin of spraak of gelach voorkomt. Er wordt dus of wel gelachen of niet, er is geen meer ruimte voor de ambivalentie die in de werkelijkheid aanwezig is.
- 2) Tevens is er geen ruimte voor ambivalentie als het gaat om de interpretatie van emoties. Verschillende gebruikers kunnen emoties op verschillende wijzen uiten. Dit is op te splitsen in het geluid dat ze maken tijdens het lachen maar, het lachen kan ook een uiting zijn van angst of zenuwachtigheid.
- 3) Een andere reductie van de complexiteit die men heeft gemaakt, is dat de audio die geanalyseerd wordt niet een stuk is met een grote tijdsduur maar de stukken audio zijn opgedeeld in segmenten zoals hiernaast te zien is. Deze segmenten hebben een duur van ongeveer twee seconden. Wat men analyseert zijn dus vooraf geselecteerde fragmenten die of spraak of gelach bevatten. In de praktijk zou een werkend audio-analysesysteem de segmenten zelf moeten maken, wil het nut hebben. Door middel van de segmentatie wordt een belangrijke analyseslag die wij als mensen moeten maken om een geluid te kunnen identificeren, namelijk het bepalen hoe lang een geluid, woord of zin duurt, al voor de computer gemaakt. Men richt zich in

dit onderzoek dus volledig op het succes van de algoritmes die onderscheid kunnen maken tussen gelach en spraak.

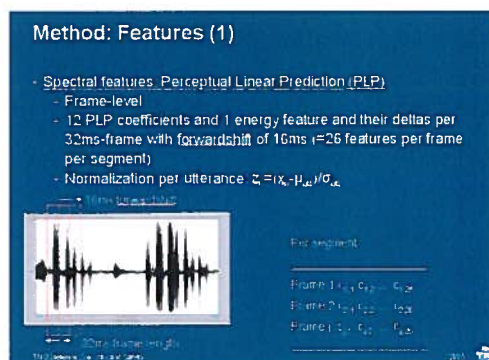
Het analyseren van de audio segmenten

Het creëren van een tool voor de gegevens vormt het hart van het onderzoek. Hier zit de toegevoegde waarde van het onderzoek waarop de onderzoeker wordt beoordeeld. Daar richten zich dan ook de activiteiten van het assemblageproces op. De analyse zelf (zie figuur 11) bestaat grofweg uit een drietal stappen. In ieder van deze stappen voert de onderzoeker een belangrijke bewerking uit of creëert deze iets waardoor de emotiedetectie mogelijk wordt. Het doel hierbij is om het systeem in een zo realistisch mogelijke omgeving werkend te krijgen en tegelijkertijd een betrouwbare detectie van emoties te verkrijgen.

Stap 1: Extraheren van kenmerken (features) uit de audio die een indicatie zijn voor lach of spraak

Hoe kan een onderscheid gemaakt worden tussen lach en spraak? Dat is de eerste belangrijke vraag. De onderzoeker stelt dat: "... laughter is a highly variable and complex signal whose characteristics are not yet unveiled. They found that there are many different types of laughter: voiced, unvoiced, song-like, grunt-like etc, and that although some aspects of laughter resemble speech, there are some notable differences between the two signals. For instance, compared to speech, laughs have longer unvoiced portions than voiced portions."⁵⁹ Er bestaat dus onzekerheid over karakteristieken die een lach een lach maken, mede omdat er verschillende typen lach zijn maar toch zijn er ook verschillen op te merken.

Hoe kunnen de onderzoekers toegang krijgen tot deze kenmerken? De audio die de detector gaat verwerken is gemathematiseerd en kan weergegeven worden zoals in figuur 10. Uit deze gemathematiseerde vorm kan men bepalen wat de snelheid is van een bepaalde activiteit in een segment of wat de pitch is (toonhoogte). Men kan bijvoorbeeld ook de geluidsintensiteit meten door de oppervlakte te berekenen van een segment. Van bepaalde typen lach weten de onderzoekers dat deze op een bepaalde wijze afwijkt van spraak. In het eerste artikel van de onderzoekers worden een viertal feature-extractie technieken genoemd die gebruikt zijn om de analysetool te creëren.⁶⁰ Deze zijn algemeen geaccepteerd in het onderzoeksveld van de emotieherkenning. De onderzoekers maken hier gebruik van bestaande extractietechnieken. In figuur 12 is een voorbeeld van één van de extractietechnieken gerepresenteerd. Deze techniek kijkt in hoeverre zich herhalingen voordoen van bepaalde audio eigenschappen binnen een segment. Herhalingen kunnen duiden op een lach. Het is geen zekerheid dat het ook een lach is maar de probabilliteit dat dit een lach is zal groter worden als er een herhaling wordt geconstateerd. Eenzelfde type van probabilistische benaderingen wordt gehanteerd in de andere extractietechnieken.



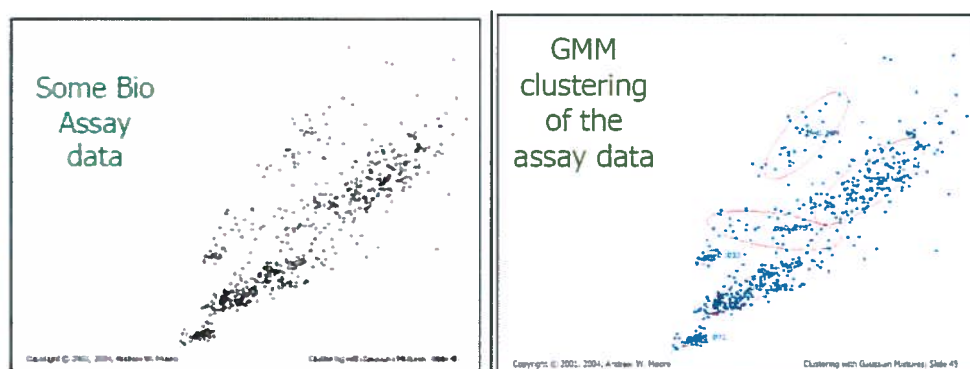
⁵⁹ Truong K.P., van Leeuwen D.A., (2005), Automatic detection of laughter, Proc. Interspeech 2005, Lisbon, Portugal, 485-488

⁶⁰ Ibid

Stap 2: Incorporeren van de feature-extractie technieken in analysemodellen om uitspraken te kunnen doen over de emotie

Een extractietechniek zoals de bovenstaande kan zonder een context waarin het functioneert helemaal niets presteren. De bovenstaande extractietechnieken geven een score, maar deze score betekent op zichzelf niets. De waarde die toegekend wordt aan de afzonderlijke audiosegmenten hebben nog geen enkele relatie met menselijke emotie. De waarden dienen in een model gestopt te worden dat kan laten zien hoe de verschillende audiosegmenten zich tot elkaar verhouden. Op deze wijze kan het computersysteem een clustering maken van fragmenten met ongeveer dezelfde waarden (zie figuur 13).

Dit is in het kort de beschrijving van één van de twee modelleringstechnieken die in dit onderzoeksgebied gebruikt wordt, het Gaussian Mixture Model (GMM). Het andere model wordt in de tweede publicatie niet meer gebruikt.⁶¹ Het relatieve nadeel van het twee model (support vector machine) is dat het een scheiding creëert tussen verschillende populaties. Het GMM heeft een generatieve aanpak waarbij probabiliteitswaarden gecreëerd worden voor de individuele waarden in een model.



Figuur 13: Waarden representatie en clustering van waarden middels Gaussian Mixture Models

Bron: <http://www.autonlab.org/tutorials/gmm14.pdf> Datum:20-04-2006

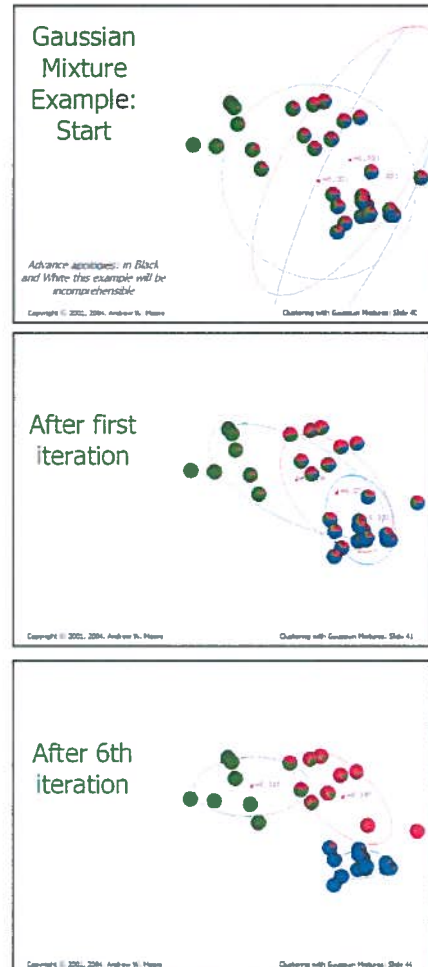
Het is belangrijk om wat dieper op in te gaan op de modellering omdat het laat zien dat ook in stap 2 door de onderzoekers gebruik wordt gemaakt van waarschijnlijkheden die leiden tot een digitale (wel of niet, 0 of 1, lach of geen lach) uitspraak. Gaussian Mixture Models zijn wiskundige modellen die het onder andere mogelijk maken om bepaalde waarden te clusteren. In dit geval zijn dit de waarden die toegekend zijn door de extractietechnieken (zie figuur 13). Een bepaald punt in het schema, dat de waarde van een eigenschap van een audiofragment vertegenwoordigt, kan onder een cluster vallen dat als een type lach wordt beschreven. Maar in werkelijkheid kan het zijn dat mensen dit niet zien als een lach maar dat het spraak is. Er is dus nooit zekerheid over de uitspraken van het systeem. Er wordt door het systeem voorspelling gedaan en deze heeft altijd een waarschijnlijkheidswaarde. De waarde die een extractietechniek toekent aan een audio fragment kan dus nooit een zekere uitspraak ontlocken van het systeem.

⁶¹ Forthcoming: Truong K.P., van Leeuwen D.A., (2006), Evaluation of automatic laughter segmentation in meetings, Proc. Interspeech 2006

Stap 3: Trainen en testen

De clustering van de data is een wiskundige/logische methode waarbij het systeem zoekt naar groepen punten die dicht bij elkaar liggen. Maar deze punten hebben geen betekenis voor het systeem. Het zijn slechts clusters van mathematische waarden. De oplossing voor dit probleem is de introductie van een menselijke scheidsrechterfunctie die het analysesysteem leert wat bepaalde clusters vertegenwoordigen (type lach, spraak) en daarmee leert het systeem ook welke waarden zijn ingedeeld bij verkeerde clusters. In figuur 14 is te zien hoe deze methode te werk gaat. Het systeem volgt een aantal herhalingen van het trainen van de algoritmes. In het voorbeeld van figuur 14 zijn dit zes iteraties waarin het systeem steeds nauwkeuriger tracht te bepalen welke punten bij welk cluster horen op basis van de positie in het model. Het is mogelijk dat een door het systeem als groen betitelde stip in werkelijkheid alsnog onder het rode cluster zou moeten vallen omdat het geen spraak is maar bijvoorbeeld een brommende lach. Dit blijkt uit de volgende zin in een van de publicaties: *"In testing, a maximum likelihood criterion was used. A 'soft detector' score is obtained by determining the likelihood ratio of the speech data given the 'laughter' and 'speech' GMM's respectively."*⁶² Er wordt dus een waarschijnlijkheidsscore toegekend aan een audiofragment en op basis van de methode zoals in figuur 14 te zien is, trachten de onderzoekers deze waarschijnlijkheid te verhogen.

Als laatste stap, in het proces van de ontwikkeling van een tool die de lach kan detecteren, voeren de onderzoekers een laatste test uit op het systeem. In deze test kijkt men naar het succes ratio van het analysesysteem. In welke mate heeft het systeem correcte uitspraken gedaan over de audio fragmenten. Het programma kan op twee wijzen een fout maken. Het systeem kan een lach detecteren terwijl het spraak is (*vals positief*), of het kan een fragment als spraak classificeren terwijl het een lach is (*vals negatief*). Hierin hebben de onderzoekers nog de keuze om de clustering zeer strikt te laten verlopen zodat er weinig vals positieve scores behaald worden of men houdt de clustering vrij ruim waardoor het systeem relatief weinig lach segmenten mist maar waardoor de vals negatieve scores weer omhoog gaan.



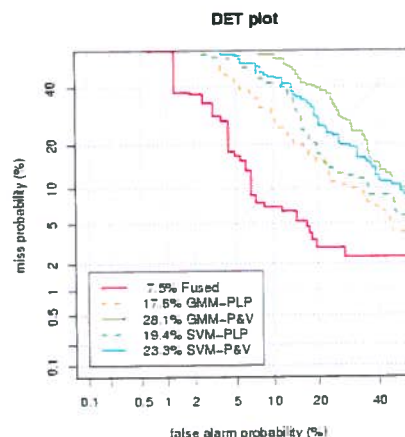
Figuur 14: Training van de tool door middel van de herhaling van het clusteren van waarden in een Gaussian Mixture Model
Bron:<http://www.autonlab.org/tutorials/gmm14.pdf> Datum:20-04-2006

⁶² Truong K.P., van Leeuwen D.A., (2005), Automatic detection of laughter, Proc. Interspeech 2005, Lisbon, Portugal, 485-488

Het resultaat/ de output

Wat komt er uit deze tests? De verschillende extractietechnieken gecombineerd met of GMM of SVM modelleringstechnieken geven ieder bepaald succes ratio. Dit succes ratio wordt in dit onderzoeksdomein gespecificeerd tot een Equal Error Rate (ERR). Een ERR is het punt waarop ongeveer hetzelfde aantal percentage vals positieve als vals negatieve scores behaald wordt. Dit is in de praktijk namelijk de meest functionele benadering omdat het een 'gouden middenweg' kiest tussen aan de ene kant veel foute detecties van lach die er niet zijn en aan de andere kant missers van audiosegmenten met lach.

In figuur 15 is ook te zien dat de onderzoekers de verschillende extractie en modelleringstechnieken combineren om tot een betere score te komen. De kracht van de kennis die de onderzoekers hier creëren, kan dus ook liggen in het combineren van deze algoritmes. De rode lijn in figuur 15 is een combinatie van de verschillende technieken. En deze combinatie resulteert in een hogere 'success rate' dan de technieken apart kunnen bereiken.



5.3.3 Verspreiden van de kennis

Het bouwen van een artefact voor TNO

In de inleiding van het N2 project is al duidelijk geworden dat TNO kennis wil ontwikkelen met een specifiek doel, namelijk het creëren van maatschappelijke en economische meerwaarde. TNO wil de kennis zelf gaan toepassen in producten. De onderzoeksstappen die hierboven zijn geschetst laten zien dat het in de praktijk brengen van lachdetectie een lastige opgave is. In het afgelopen jaar hebben de onderzoekers van TNO getracht om de analysetool werkend te krijgen in contexten die meer realistische kenmerken vertonen dan in het jaar daarvoor.⁶³ De onderzoekers hebben niet alleen meer spraak en lach als audiosegmenten maar hebben ook 'garbage' oftewel rommel als data gebruikt om het systeem te trainen en te testen. Een tweede vergroting van de complexiteit komt voort uit de poging van de onderzoekers om een automatische segmentatie van audiofragmenten tot stand te brengen. In de publicatie van 2005 spreekt men nog van handmatige fragmentatie. De nieuwe publicatie heeft als titel '*Evaluation of automatic laughter segmentation in meetings*' en geeft blijk van het zoeken naar een systeem dan in een 'reallife' context kan functioneren.

Er is dus een trend bespeurbaar bij de onderzoekers om vanuit een gestileerde omgeving waarbinnen in eerste instantie goede resultaten geboekt worden, de analysetool te verplaatsen naar een steeds complexere omgeving die meer en meer gelijkenis vertoont met de werkelijkheid. Het probleem is echter wel dat iedere vorm van toenemende complexiteit de 'success rate' van het analysesysteem vermindert. En de

⁶³ Forthcoming: Truong K.P., van Leeuwen D.A., (2006), Evaluation of automatic laughter segmentation in meetings, Proc. Interspeech 2006

activiteiten van de onderzoekers focust zich dan ook om een stapje dichterbij de werkelijkheid te komen en de 'succes rates' hoog te houden.

Het publiceren van de resultaten

In de publicaties wordt besproken wat voor gegevens gebruikt zijn en hoe deze gebruikt zijn door de onderzoeker, welke bewerkingen de gegevens hebben ondergaan. Dit namelijk is belangrijk voor de testresultaten van het te ontwikkelen systeem. Des te meer de gegevens gestileerd worden des te makkelijker het is voor het systeem om succesvolle uitspraken te doen over de onderzoeksgegevens.

Het succes van de extractietechnieken gecombineerd met de modelleringstechnieken is zeer belangrijk voor de onderzoekers. Het zijn de 'success rates' die hieruit voortvloeien die men publiceert. Dit blijkt onder andere direct uit de volgende quote in één van de publicaties: *"Further research will be carried out to investigate how to cope with these factors with the aim to improve detection performance."*⁶⁴ Het zijn deze 'success rates' waarop de onderzoekers kunnen scoren. De 'succes rates' worden gepubliceerd tijdens conferenties. Maar er is ook een andere wijze waarop het de resultaten van de emotiedetector bepaald kan worden.

In het wetenschappelijke domein waarin dit onderzoek bestaat, worden onafhankelijke testmogelijkheden aangeboden die door de wetenschappelijke gemeenschap aangegrepen worden om de resultaten te vergelijken. Het National Institute for Standards and Technology (NIST) geeft de mogelijkheid om de prestaties van de technieken van het programma van de onderzoekers te vergelijken met de prestaties van andere onderzoekers. Deze zogenaamde 'speaker recognition benchmark' biedt de onderzoekers een mogelijkheid om te laten zien hoe goed hun ontwikkelde kennis is. Het NIST publiceert vervolgens de 'succes rates' van de verschillende onderzoeksgroepen.

Geen verspreiding van de ontwikkelde kennis naar andere deelnemers N2

De analysetool die door onderzoeker van TNO wordt ontwikkeld lijkt niet interessant te zijn voor de andere deelnemers van het N2 project. Er zijn geen interacties te bemerken tussen TNO en de TUDelft op dit gebied, hetzelfde geldt voor de Waag en V2. De kennis die TNO hier ontwikkelt, is niet relevant voor deze gebruikers. TNO stelt deze kennis echter wel beschikbaar voor de ontwikkeling van een demonstrator die N2 dient op te leveren.

⁶⁴ Truong K.P., van Leeuwen D.A., (2005), Automatic detection of laughter, Proc. Interspeech 2005, Lisbon, Portugal, 485-488

5.3.4 Conclusies

De kennisproductie van de TNO onderzoeker in het N2 project in termen van de ontwikkeling van een emotiedetector, laat een aantal interessante punten zien.

Samenwerking en kennisproductie in 1B

De AIO van TNO werkt vrij autonoom ten opzichte van de andere werkpakketten. Een expliciete connectie of relatie met de andere werkpakketten is niet zichtbaar. Op het N2 projectniveau gaat men een demonstrator ontwikkelen en daarin komt kennis uit dit werkpakket terecht. De onderzoeksactiviteiten in dit werkpakket worden hierdoor niet beïnvloed, de onderzoekster van TNO werkt aan haar eigen probleem, namelijk het zo nauwkeurig mogelijk detecteren van emoties in een zo complex mogelijke omgeving.

De manier waarop het onderzoek wordt uitgevoerd, heeft veel parallellen met onderzoek in een laboratoriumcontext. Men tracht, met behulp van een gestileerde set van gegevens uitspraken te doen over de werkelijkheid. De audio is in eerste instantie gefragmenteerd en gesimplificeerd tot fragmenten met lach en zonder lach. En het functioneren van een lach detector staat in dit stadium relatief ver af van een in de praktijk werkend artefact. Eén van de zaken waar de AIO van TNO zich nu op richt, is het automatisch fragmenteren van stukken audio, wat nu nog handmatig gebeurt. Dit zal het detecteren van gelach al een stuk dichterbij de werkelijke praktijk situatie brengen. Een probleem dat zich hier vervolgens wel voordoet is een daling van de 'succes rates' omdat in de fragmentatie van stukken audio ook fouten gemaakt kunnen worden. Het produceren van kennis kan in dit werkpakket getypeerd worden proces waarbij men continu tracht complexiteiten toe te laten in het systeem zodat het verplaatst kan worden naar een ander omgeving buiten de gestileerde laboratorium omgeving waarin het functioneert. Zodat het ook in de complexe werkelijkheid kan functioneren.

Productie van een bepaald type kennis

De onderzoekster van TNO gebruikt probabilistische methoden om uitspraken te doen over de audiofragmenten van waaruit ze emoties willen abstraheren. De uitspraken die de extractie- en modelleringstechnieken doen, geven geen zekerheden maar waarschijnlijkheden dat een fragment een lach of spraak is. Deze kennis is vervolgens vertegenwoordigd in werkende artefacten. Het zijn geen beschrijvende theorieën of modellen die centraal staan. Het is voor de onderzoekers belangrijk dat er uiteindelijk een artefact is ontwikkeld dat een functie kan gaan vervullen.

Rol en gedrag van de onderzoekers

De onderzoekster bevindt zich in een onderzoekspraktijk waarin verschillende doelen belangrijk zijn. De onderzoekspraktijk is in die zin hybride. Aan de ene kant trachten de onderzoekers te begrijpen wat bijvoorbeeld eigenschappen van spraak zijn en lach. Aan de andere kant willen ze deze kennis gebruiken om een werkend artefact te creëren. De bovenstaande constatering correspondeert met de belangen die TNO heeft in de samenwerking, haar positie als onderzoeksinstituut gebruiken om kennis te valoriseren bij maatschappelijke en economische spelers. TNO heeft als onderzoeksinstituut met name interesse in het vermarkten van kennis die het instituut ontwikkelt. De publicatie van resultaten is nog steeds belangrijk voor de onderzoekers maar de activiteiten van het onderzoek richten zich nagenoeg alleen op het ontwerpen van

succesvolle algoritmes die zo snel mogelijk geïncorporeerd kunnen worden in een artefact dat functioneert in de praktijk.

De onderzoekers van TNO hebben een relatief geringe behoefte te hebben om te zoeken naar verklaringen waarom de algoritmes zo goed werken. Dit blijkt onder andere uit het volgende: 1) Bij een presentatie van de vorderingen die in het eerste werkpakket werden gemaakt door TNO, bleek dat men vooral is geïnteresseerd in het functioneren van de applicatie. De mate waarin de applicatie goede detecties kan geven is het belangrijkste. Tijdens deze presentatie werd expliciet benoemd dat verklaringen niet belangrijk zijn en de gehele inhoud van de presentatie betrof het methodologisch verantwoorden van het onderzoek en het tonen van het succes van de applicatie.⁶⁵ Een quote uit een van de publicaties is exemplarisch voor de heuristieken van de onderzoekers.

"Comparing our previous study on laughter detection to the current study, we find that the laughter segmentation problem becomes more difficult as the setting becomes more realistic. In a more artificial setting where silence is removed, the segmentation problem is less complicated and we achieve better results. Furthermore, the results per speaker differed relatively much from each other which could be due to speaker-dependency, quality of the recording and type of laughter. Further research will be carried out to investigate how to cope with these factors with the aim to improve detection performance."⁶⁶

De onderzoekers trachten te 'copen' met de complexe factoren in het onderzoek, niet primair om meer te weten te komen over de cognitieve dimensies van lach, spraak en emotie detectie, maar om de 'detection performance' te vergroten. Dit laatste is voor hen het belangrijkste. Het succesvol functioneren is belangrijk. Wetenschappelijke methoden leiden naar dit eindproduct toe en zijn geen doel op zich.

5.4 Kennisproductie in werkpakket 3

In dit werkpakket bevindt zich een AIO van de TUDelft die het onderzoek uitvoert. Het doel van het werkpakket is informatiesystemen de mogelijkheid te geven om een context te genereren waarin de gebruiker zich bevindt in termen van taken en emoties die de gebruiker heeft.

5.4.1 Schets van de onderzoekspraktijk

Het gestelde doel vanuit het N2 project

Het doel dat vanuit het N2 project is gesteld aan het werkpakket, is het genereren van een context door een informatiesysteem. Het informatiesysteem dient te begrijpen wat voor emotionele status en taken een gebruiker heeft op een bepaald moment zodat het hierop kan reageren. In de praktijk zijn de activiteiten in

⁶⁵ Truong K, presentation: Automatic detection of laughter, December 2005, location TUDelft

⁶⁶ Forthcoming: Truong K.P., van Leeuwen D.A., (2006), Evaluation of automatic laughter segmentation in meetings, Proc. Interspeech 2006

dit werkpakket overeenkomstig met de activiteiten van de werkpakketten 1A en 1B die zich richten op de detectie van emoties.

Doelen en criteria van de vakgroep MMI van de TUDelft

Vanuit deze universiteit participeert de onderzoeksgroep 'Man-machine interaction' in het N2 project. Vanuit de vakgroep is één AIO fulltime betrokken bij het onderzoek. De voornaamste focus van deze groep is het creëren van wetenschappelijke output.⁶⁷ De AIO's die werkzaam zijn in de subprojecten zullen worden beoordeeld op basis van hun wetenschappelijke output. Ieder zijn ze actief op specifieke probleemgebieden en proberen hier nieuwe kennis te ontwikkelen. De volgende quote van één van de betrokkenen geeft de wetenschappelijke focus mooi weer.

"Je hebt de internationale onderzoeksgemeenschap, en je onderzoek is altijd tot een bepaald niveau gekomen en je wilt die grens gewoon verder duwen. Dus dat is iets wat bepaalt wat je gaat onderzoeken. En niet wat een of ander bedrijf zegt tegen jou." De geïnterviewde zegt even later: "Natuurlijk, zij (het bedrijfsleven) zullen niet met mij willen werken als ik werk aan iets waar zij absoluut niets mee kunnen doen."⁶⁸

De onderzoekers van de MMI vakgroep hebben een sterke wetenschappelijke focus en zijn niet geïnteresseerd in directe toepassingen van de kennis in een realistische omgeving. De onderzoeksleidster en haar promovendus waren reeds voor de start van MultimediaN N2 bezig met het onderzoek naar gezichtsuitdrukkingen en gebaren. Publicaties tussen 2003-2005 laten dezelfde onderzoeksfocus zien. Inmiddels heeft de onderzoeksleidster en in ieder geval één van de promovendi tijdens het schrijven van deze scriptie het project verlaten om het onderzoek ergens anders voort te zetten, wat getuigt van een grote autonomie ten opzichte van het MultimediaN programma.

Rol en doelen van de eerste gebruiker: Vicar Vision

Als eerste gebruiker heeft de onderneming Vicar Vision geen centrale positie in de kennisontwikkeling. Wel hoopt de onderneming door de samenwerking kennis op te doen die op de TUDelft door de onderzoekers wordt ontwikkeld in dit werkpakket. Vicar Vision heeft al kennis op het gebied van het herkennen van gezichtsuitdrukkingen. Maar deze beperken zich tot tweedimensionale afbeeldingen op een tijdstip. De onderneming wil ook graag technologie ontwikkelen die rekening houdt met het veranderen van de gezichtsuitdrukkingen waardoor men uitspraken kan doen met grotere betrouwbaarheid. Personeelsleden van deze onderneming publiceren soms op conferenties en in wetenschappelijke journals. Vicar Vision heeft zelf namelijk al veel kennis heeft op het gebied van gezichtsherkenning en het herkennen van emoties. De samenwerking van Vicar Vision met de onderzoeksleidster van de TUDelft bestond al voor MultimediaN en duurt voort nu ze het programma heeft verlaten. Ze werken in andere projecten samen en hebben gezamenlijke aanvragen lopen. De samenwerking is dus niet uniek voor MultimediaN.

⁶⁷ <http://mmi.tudelft.nl/>

⁶⁸ Geïnterviewde nr. 2

Heuristieken

De onderzoekers zijn sterk gefocust op het creëren van wetenschappelijk interessante kennis. De erkenning die ze verkrijgen vanuit de internationale gemeenschap is belangrijk voor hun functioneren aan de TUDelft. Publiceren is dan ook de eerste prioriteit. Vanuit de TUDelft en vanuit MultimediaN wordt men hier op afgerekend. De geproduceerde kennis heeft economische potentie maar wordt niet door de onderzoekers gecreëerd met het oog op directe toepassingen.

Het onderzoeksveld heeft dezelfde kenmerken als van de onderzoekster van TNO. De volgende quote uit een publicatie van de onderzoeksleidster laat goed zien wat ze belangrijk vindt aan de kennis die ze publiceert en wat in de toekomst relevant is:

*"We believe that researchers in the field should not focus on solving challenges in psychology of emotion and should not adhere to only one of emotion theories (e.g. discrete vs. dimensional emotion theory, emotion vs. behavioral ecology theory, etc.). Rather, they should focus on finding pragmatic context-sensitive solutions by learning appropriate models of expressive behavior and the related interpretations from available data and intended users."*⁶⁹

Pragmatische oplossingen zijn belangrijk, niet de achterliggende theoretische verklaringen voor het detecteren van emotie.

Zoals straks zichtbaar zal zijn in het beschrijven van de kennisproductie, zijn net zoals bij TNO, de zoekstrategieën gericht op het creëren van probabilistische kennis. Het is namelijk een effectieve benaderingswijze gebleken in het detecteren van emoties en algemeen geaccepteerd in het onderzoeksveld.

Middelen

Evenals bij de onderzoekspraktijk van TNO heeft de apparatuur die de onderzoekers gebruiken met name een ondersteunend karakter. Het testen van de emotiedetectie modellen geschiedt met behulp van deze modellen.

De onderzoeksgegevens

Ook in dit onderzoek hebben de onderzoeksgegevens een belangrijke rol. De keuze voor een bepaalde dataset heeft belangrijke gevolgen voor de prestaties van een techniek die emoties op basis van gezichtsuitdrukkingen moet herkennen. Deze onderzoeker, samen met zijn promotor en een andere onderzoeker, een database ontworpen waarin afbeeldingen staan van gezichten die een bepaalde emotie vertonen.⁷⁰ Men heeft een betrouwbare database nodig omdat op basis hiervan de testen succesvol kunnen verlopen en ook omdat zo de gegevens in de database enigszins representatief voor de gezichtsuitdrukkingen in de werkelijkheid. Toch zitten er beperkingen aan de database. Omdat huidige

⁶⁹ M. Pantic, N. Sebe, J.F. Cohn and T. Huang, 'Affective Multimodal Human-Computer Interaction', in Proc. ACM Int'l Conf. on Multimedia, pp. 669-676, Singapore, November 2005

⁷⁰ M. Pantic, M.F. Valstar, R. Rademaker and L. Maat, "Web-based database for facial expression analysis", Proc. of the IEEE Int'l Conf. Multimedia and Expo, 2005

technieken gezichtsuitdrukkingen niet kunnen herkennen zonder een gezicht in een beginsituatie (zonder emotie), zijn er geen spontane emoties maar hebben de video's de volgorde neutraal-emotie-neutraal.⁷¹ In het begin frame worden handmatig punten aangebracht op het gezicht. Daarnaast zijn de gezichten altijd volledig zichtbaar (geen bril, baard, of hand voor het gezicht) en zijn de gezichten allemaal frontaal en van zij aanzicht genomen en niet vanuit andere hoeken. De video's die het testbed vormen voor de emotiedetector zijn dus ontdaan van een aantal complexiteiten en straks zal blijken dat men dit doet om zo het succes van het functioneren van de emotiedetector te vergroten.

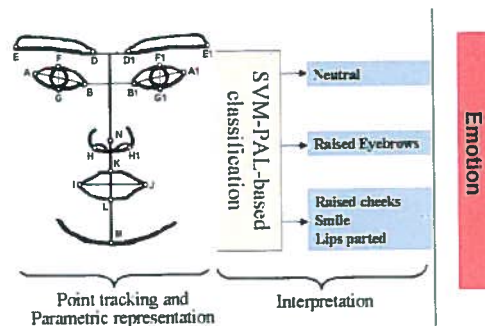
5.4.2 Ontwikkeling van de kennis

De AIO van de TUDelft onderzoekt hoe gezichtsuitdrukkingen zijn te detecteren en hoe een computer deze op succesvolle wijze kan interpreteren als emoties. Het identificeren van personen en het beschrijven van hun taak op een specifiek moment is hier niet aan de orde.

Onderzoeksaanpak

De basisgedachte achter het onderzoek van de AIO is dat mens-computer interacties niet efficiënt verlopen. Mens-mens interacties verlopen veel efficiënter. Een succesvolle strategie om een hogere efficiency te bereiken is dat de computer menselijk gedrag moet gaan emuleren. Het onderdeel waar deze onderzoeker zich op richt is het detecteren van gezichtsuitdrukkingen en het verbinden van emoties aan deze uitdrukkingen. De AIO wordt beoordeeld op het succes waarmee hij een systeem kan ontwikkelen dat gezichtspunten kan volgen en deze kan interpreteren als emoties, zoals in figuur 16 is weergegeven.

Om tot een systeem te komen dat deze functies heeft, is de onderzoeker allereerst bezig geweest om onderzoeksgegevens te creëren en is een theorie (FACS) geselecteerd die uitspraken doet over bewegingen in het gezicht en hoe hier emoties uit te abstraheren zijn. De beweging van bepaalde gezichtspunten correspondeert volgens deze theorie met een aantal emoties. De onderzoeker tracht de expressies die deze theorie beschrijft, te detecteren en succesvol te classificeren als een bepaalde emotie. In de onderstaande tekst zal duidelijk worden dat ook hier, net zoals in 1B, met name het succes van de 'feature' extractie- en modelleringstechnieken centraal staat. Ook hier kan de kennis getypeerd worden als probabilistisch.

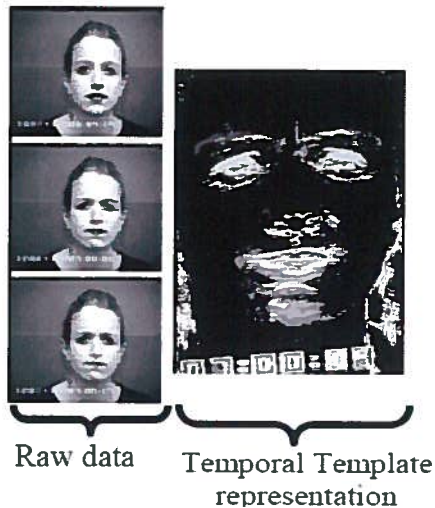


Figuur 16: volgen van de punten, interpretatie en classificeren van de emotie
Gebaseerd op: M.F. Valstar, I. Patras and M. Pantic, 'Facial Action Unit Detection using Probabilistic Actively Learned Support Vector Machines on Tracked Facial Point Data', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), vol. 3, pp. 76-84, San Diego, USA, June 2005

⁷¹ M. Pantic, M.F. Valstar, R. Rademaker and L. Maat, 'Web-based database for facial expression analysis', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME '05), pp. 317-321, Amsterdam, The Netherlands, July 2005

De eerste stappen: digitaliseren van de video's en het creëren van een startsituatie met betrekking tot de analyse

Om te komen tot een proces waarin, op een succesvolle wijze, de emoties kunnen bepaald worden door een informatieverwerkend systeem, is het nodig ruwe videofragmenten (linkerkant figuur 17⁷²) te verwerken tot een reeks fragmenten die bestaan uit beeldpunten (pixels) opgebouwd uit grijswaarden (rechterkant



Figuur 17: De stap van ruwe data naar een gemathematiseerde representatie van het gezicht

figuur 17). Dit maakt het mogelijk om probabilistische analysemethoden op de beelden los te laten die vaste punten in het gezicht kunnen gaan volgen.

Wanneer een persoon emotie toont (lacht, boos kijkt etc.) bewegen bepaalde punten op het gezicht. Dit zijn punten zoals zichtbaar in figuur 18.⁷³ De selectie van de deze punten op een gezicht is zeer belangrijk omdat met het volgen van deze punten spierbewegingen gevolgd kunnen worden. De onderzoeker die hier bezig is met de detectie van emotie selecteert de punten zelf aan het begin van een filmfragment. Een systeem dat in een realistische omgeving moet werken dient dit automatisch te kunnen, maar met dit probleem houdt de onderzoeker zich niet



Figuur 18: Manueel geselecteerde punten op het gezicht

bezig. Hij zorgt ervoor dat de input die in de analyse terechtkomt 100% correct is. Minder dan 100% correcte data betekent namelijk ook een minder hoog slagingspercentage in de analyse en daar wordt hij op afgerekend. De onderzoeksbijdrage van de AIO is dus strak gedefinieerd en hij haalt een onzekerheid die meespeelt in een realistische omgeving uit het detectieproces om succes te boeken op een klein probleem gebied.

Psycho-fysiologische aannames om van wiskundige representaties te kunnen komen tot de detectie van emoties

In tegenstelling tot de onderzoekster van TNO gebruiken de onderzoekers van de TUDelft wel een psycho-fysiologische theorie die kan verklaren hoe bepaalde waarden geïnterpreteerd kunnen worden als emoties.

⁷² Bron: M. Pantic, I. Patras and M.F. Valstar, 'Learning spatiotemporal models of facial expressions', in Proc. Int'l Conf. Measuring Behaviour (MB'05), pp. 7-10, Wageningen, The Netherlands, September 2005.

⁷³ Bron: M.F. Valstar, I. Patras and M. Pantic, 'Facial Action Unit Recognition using Temporal Templates (pdf file)', in Proc. IEEE Int'l Workshop on Human-Robot Interaction (RO-MAN'04), pp. 253-258, Kurashiki, Japan, September 2004 (Copyright © 2004 IEEE Press).

De theorie die de onderzoekers gebruiken om de stap te maken van de wiskundige data naar de interpretatie van deze gegevens heet het FACS-systeem (Facial Action Coding System). Dit systeem is in dit specifieke onderzoeksdomein (herkenning van gezichtsuitdrukkingen) "the best known and the most commonly used system developed for human observers to describe facial activity in terms of visually observable facial muscle actions".⁷⁴

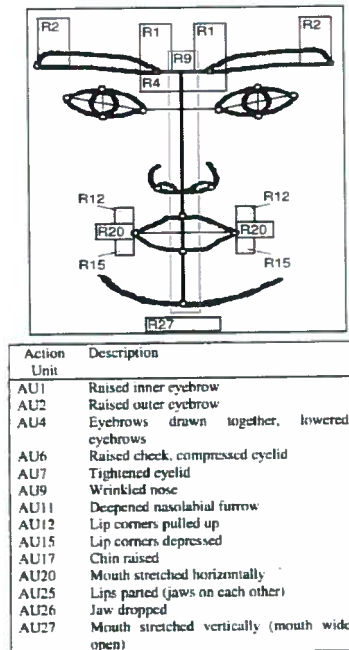
Op basis hiervan kunnen spieracties omgezet worden in emoties. Bepaalde bewegingen van gezichtspunten (zie figuur 19) zijn te relateren aan spieracties die gebruikt worden bij bepaalde emoties. Maar een spieractie kan gebruikt worden bij meerdere typen emoties en kan dus multi interpreteerbaar zijn. Het systeem zal uiteindelijk een waarschijnlijkheidswaarde produceren dat een bepaalde beweging een grote kans heeft op emotie A te zijn een kleinere kans emotie B te zijn. Vervolgens komt hier een absolute uitspraak uit, het is emotie A. En in de werkelijkheid kan het een andere emotie zijn.

De onderzoekers accepteren de beperkingen en accepteren dat er inherente nadelen zitten aan de onderzoeks aanpak. Ze accepteren een stilering van de complexe realiteit om toch praktische successen te boeken, namelijk een tool die emoties kan herkennen in een context die ontstaat is van veel complexiteiten. Ze weten dat hun aanpak niet een op een overeenkomt met hoe deze in de werkelijkheid geschiedt maar de onderzoekers moeten deze keuze maken als ze verder met hun onderzoek willen komen. In het vakgebied van deze onderzoekers is de FACS theorie voor het detecteren van gezichtsuitdrukkingen prominent aanwezig en algemeen geaccepteerd. De onderzoekers gebruiken deze theorie dan ook om de stap te maken van de wiskundig gestructureerde data naar een interpretatie van een gezichtsuitdrukking als een emotie.

Het automatisch volgen van de gezichtspunten middels: 'factorized likelihoods'

De videofragmenten zijn door de onderzoeker opgedeeld in frames en gecodeerd tot mathematische representaties van de ruwe data. Het doel in deze stap is om de punten die zijn aangebracht in het eerste frame te volgen in de opvolgende frames.

De onderzoekers hebben verschillende mogelijkheden om de punten op het gezicht te bepalen en deze te volgen in de opeenvolgende frames. In deze uitleg zal een van de meest recent ontwikkelde extractie- en 'facial tracking'-methode besproken worden. Door de onderzoekers worden nog twee andere methoden gebruikt die dezelfde type 'waarschijnlijkheidswaarden' creëren.⁷⁵

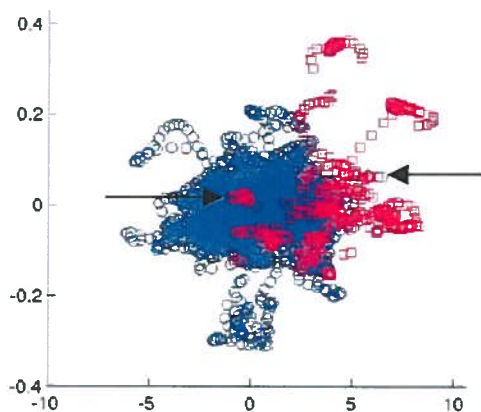


Figuur 19: Punten op een gezicht die te relateren zijn aan verschillende typen spierbewegingen (AU's)

⁷⁴ M.F. Valstar, I. Patras and M. Pantic, 'Facial Action Unit Detection using Probabilistic Actively Learned Support Vector Machines on Tracked Facial Point Data', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), vol. 3, pp. 76-84, San Diego, USA, June 2005

⁷⁵ Zie hiervoor: M. Pantic, I. Patras and M.F. Valstar, 'Learning spatiotemporal models of facial expressions', in Proc. Int'l Conf. Measuring Behaviour (MB'05), pp. 7-10, Wageningen, The Netherlands, September 2005

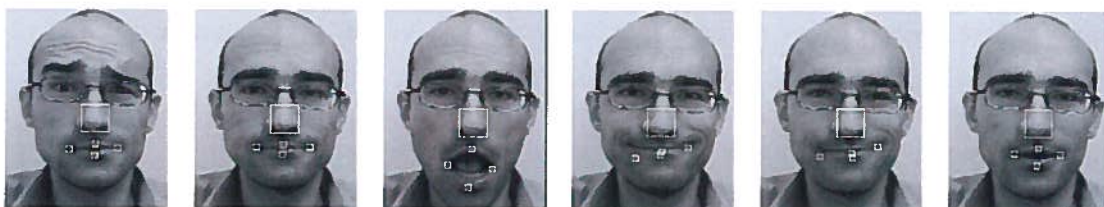
Om de punten op het gezicht te volgen, wordt in de deze methode het volgende gedaan. De gedigitaliseerde frames (zie afbeelding B rechts) en de beginpunten op het gezicht zijn bekend. Nu moeten de punten gevolgd worden. Dit doet men door middel van een techniek die de door twee van de onderzoekers is ontwikkeld⁷⁶. Deze techniek volgt een groot aantal beeldpunten van het gedigitaliseerde template (figuur 17,



Figuur 20: De mathematische waarden van een gezichtspunt in verschillende frames.

rechterkant) gaat volgen in de opvolgende frames. Het volgen van de beeldpunten geschiedt door waarschijnlijkheidswaarden toe te kennen aan alle punten die gevolgd worden in de video. Het punt dat de grootste waarde krijgt toegewezen in een frame is waarschijnlijk het punt dat gezocht wordt. Dit echter is niet zeker: *"while a particle ... might have low likelihood, it can easily happen that parts of it might be close to the correct solution."*⁷⁷ Figuur 20 laat dit goed zien⁷⁸. De rode stippen (vierkante vorm) representeren de keren wanneer in werkelijkheid de lippen van elkaar af waren (mond open) en de blauwe stippen (ronde vorm) representeren wanneer de lippen tegen elkaar aan zaten. De waarden wijzen over het algemeen in de

goede richting maar er is geen honderd procent zekerheid dat de waarde direct te relateren is aan een beweging van een gezichtspunt zoals deze zich in de werkelijkheid heeft voorgedaan (zie de pijlen in figuur 20). Daarnaast is de complexiteit waarmee het systeem om kan gaan beperkt omdat de methode alleen rechttoe aanzicht en op 90 graden van de zijkant. De onderzoekers kunnen met deze methode echter wel een grotere betrouwbaarheid leveren. Het eindresultaat is hieronder (in figuur 21) te zien.⁷⁹



Figuur 21: Het resultaat van de tracking methode. De kleine vierkantjes in het eerste frame dient het systeem te tracken. Dit lukt redelijk goed maar niet altijd, zie het vierde en vijfde plaatje waar de rechtermondhoek niet goed gevonden wordt.

⁷⁶ M.F. Valstar, I. Patras and M. Pantic, 'Facial Action Unit Detection using Probabilistic Actively Learned Support Vector Machines on Tracked Facial Point Data', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), vol. 3, pp. 76-84, San Diego, USA, June 2005

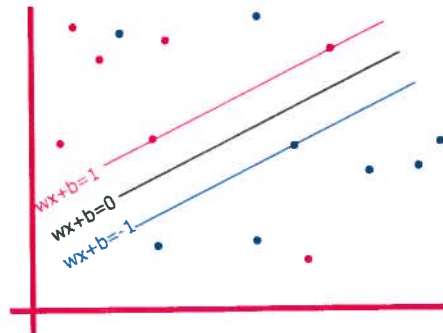
⁷⁷ Ibid

⁷⁸ Ibid

⁷⁹ I. Patras and M. Pantic, 'Particle Filtering with Factorized Likelihoods for Tracking Facial Features', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Face and Gesture Recognition (FG '04), pp. 97-102, Seoul, Korea, May 2004

Interpretatie van bewegingen middels 'probabilistic active learning'

Van de gezichtspunten die men wilde volgen, is bekend waar deze zich bevinden in de afzonderlijke frames. Men kan op basis hiervan vrij gemakkelijk de afstand bepalen die afgelegd is door een 'facial point' in bijvoorbeeld frame nummer 1 en frame nummer 2, 3, 4, ... N (zie figuur 21). De beweging van de gezichtspunten dient nu geclassificeerd te worden als een bepaalde spierbeweging die beschreven is in de FACS theorie. De classificatie van de bewegingen in termen van spiertrekkingen geschiedt met behulp van een 'Probabilistic Actively Learning algoritme binnen een Support Vector Machine' (PAL-SVM). Deze support vector machines proberen de waarden te classificeren door verzamelingen van waarden op te delen door middel van vectoren die zijn gebaseerd op de waarden aanwezig in de verzameling. Zoals in figuur 22 aanwezig kan het zijn dat waarden verkeerd worden geclassificeerd. Het is geen perfecte methode maar over het geheel genomen werkt de methode vrij nauwkeurig. De uitspraken van een SVM blijven echter waarschijnlijkheidsuitspraken en geen zekerheden.



Figuur 22: Classificatiemethode van een support vector machine
 Bron: <http://www.autonlab.org/tutorials/svm15.pdf>
 Datum: 20-04-2006

Het PAL-algoritme verricht het daadwerkelijke classificatiewerk en deelt de spierbewegingen in een aantal action units (spierbewegingen) die volgens het FACS systeem gebruikt worden voor bepaalde emoties. Op basis van de bovenstaande bewerking komt men tot de volgende resultaten (figuur 23)⁸⁰. Deze tabel geeft voor andere onderzoekers in één oogopslag de successen van de detectiemethode weer. Het systeem scoort een slagingspercentage op de detectie van verschillende spierbewegingen (AU's) die de onderzoekers trachtten te detecteren.

AU	truth	cl. rate	Recall	Precision
1	55/98	0.87	0.71	0.91
2	41/112	0.86	0.83	0.71
4	47/106	0.87	0.66	0.89
6	32/121	0.53	0.53	0.8
9	25/128	0.94	0.80	0.83
12	36/117	0.84	0.92	0.61
25	94/59	0.90	0.90	0.93
26	20/133	0.82	0.52	0.39
27	25/128	0.97	1.00	0.83
Total:		0.84	0.76	0.77

Figuur 23: Resultaten van de interpretatie van de beweging van gezichtspunten in termen van spierbewegingen.

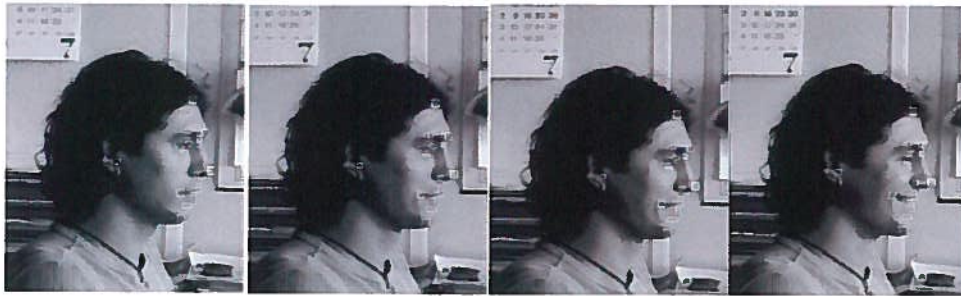
De detectie van emoties

De laatste stap is het detecteren van de emotie op basis van de bewegingen van de spieren die zijn gedetecteerd. Dit leerproces wordt begeleidt door een mens die het systeem vertelt wat goed of fout is. Het detecteren van emotie is niet onproblematisch omdat bepaalde spierbewegingen voor meerdere uitleg vatbaar is. "The classification of human non-verbal affective feedback in to a single 'basic'-emotion category is not realistic. Also not all non-verbal affective cues can be classified as a combination of the 'basic'

⁸⁰ Bron: M.F. Valstar, I. Patras and M. Pantic, 'Facial Action Unit Detection using Probabilistic Actively Learned Support Vector Machines on Tracked Facial Point Data', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), vol. 3, pp. 76-84, San Diego, USA, June 200

emotion categories.⁸¹ Deze onzekerheid wordt geaccepteerd door de onderzoekers. Stappen in het onderzoek zijn echter gericht om deze onzekerheid terug te dringen en tegelijkertijd om de complexiteit die in de werkelijkheid aanwezig is in het systeem toe te laten om zo de werking van het systeem in een praktische omgeving mogelijk te maken.

De detectie van de emotie gebeurt middels een groot aantal frames die gezamenlijk bestaan uit 1) de beginstand van een gezicht, 2) de beweging naar de emotie toe, 3) en de eindstand van een emotie (figuur 24).



Figuur 24: Start positie, beweging naar de emotie toe en plaatje vier: de emotie.
 Bron: M. Pantic and I. Patras, 'Dynamics of Facial Expression: Recognition of Facial Actions and Their Temporal Segments from Face Profile Image Sequences', IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics - Part B, vol. 36, no. 2, pp. 433-449, April 2006

Het systeem weet op basis hiervan welke spieren zijn geactiveerd. De spieren zijn gekoppeld aan een of meerdere emoties (blij, boos, bang). Het systeem doet op basis hiervan een uitspraak wat de emotie waarschijnlijk is. De spieren die in de vorige stap zijn geclassificeerd, zijn gebaseerd op een waarschijnlijkheidswaarde die toegekend is aan een reeks punten in opeenvolgende frames. Bij de analyse van ieder afzonderlijk videofragment (niet frame) zoekt het systeem in het geheugen naar eerdere ervaringen met bepaalde AU's en hun waarden. De gebruiker van het systeem geeft naderhand aan of dit een correcte uitspraak is geweest. Op basis hiervan leert het systeem uit vroegere ervaringen en zal het relatief meer correcte uitspraken kunnen doen.

Het resultaat/ de output

Wat kan gezegd worden over de emotiedetector die men hier tracht te ontwikkelen? De emotiedetector functioneert alleen in een context waarbij de onderzoeksgegevens zijn aangepast (alleen voor- en zij-aanzicht, fragmenten met een vast begin en eindpunt). Daarnaast worden de beginpunten handmatig bepaald omdat anders de prestaties van het systeem hieronder zullen lijden door de missers die automatische gezichtspuntbepaling met zich mee zou brengen. Het inlaten van deze complexiteit in het detectiesysteem is in een realistische omgeving noodzakelijk. Dit zou wel betekenen dat er minder hoge 'success rates' gehaald worden in de detectie van emoties en dat is minder aantrekkelijk om te publiceren. De complexiteit wordt opgeofferd om op een specifiek probleemgebied succes te kunnen boeken.

⁸¹ M. Pantic, I. Patras and M.F. Valstar, 'Learning spatiotemporal models of facial expressions', in Proc. Int'l Conf. Measuring Behaviour (MB'05), pp. 7-10, Wageningen, The Netherlands, September 2005

Voordat dit systeem in een complexere omgeving kan werken moeten er aanpassingen gemaakt worden. Voor de onderzoekers zijn zowel het inlaten van complexiteit als het genereren van goede 'success rates' belangrijk. Net zoals in werkpakket 1B waar TNO werkzaam is, zijn de activiteiten van de onderzoekers gericht op het verplaatsen van de emotiedetectie naar een context met meer complexiteit. Niet omdat dit uiteindelijk een aantrekkelijk vermarktbaar product oplevert voor de TUDelft, maar omdat men tracht een probleem op te lossen. Dit probleem is het succesvol detecteren van emotie en bij hun peers kunnen de onderzoekers scoren door hoge 'success rates' te behalen en ondertussen zoveel mogelijk complexiteit in het systeem toe te laten.

5.4.3 Verspreiden van de kennis

De onderzoekers van de TUDelft verspreiden op twee manieren hun kennis. Daarnaast kunnen via het contact met de eerste gebruiker Vicar Vision, resultaten verplaatst worden naar een actor in het bedrijfsleven. In tegenstelling tot de activiteiten in 1B waarin TNO actief is, leiden de activiteiten van de TUDelft onderzoekers niet naar een emotiedetector die ook in de praktijk zal worden toegepast.

Het publiceren van de resultaten

De belangrijkste manier is het publiceren van hun resultaten in internationale journals en op internationale conferenties. De onderzoekers richten zich bij het publiceren, net zoals hun peers, op de presentatie van zo hoog mogelijke 'success rates', die hun emotiedetector kan genereren (zie figuur 23). Men geeft de voorkeur aan het succes van het functioneren van de emotiedetector in een gestileerde context. De AIO die door MultimediaN wordt gefinancierd, heeft inmiddels een vijftal artikelen gepubliceerd die allen ingaan op het succes waarmee de emotiedetector functioneert. Het inlaten van complexiteit lijkt ook belangrijk maar het publiceren van hoge 'success rates' wordt het meest gewaardeerd, dit komt dan ook op de eerste plaats.

Communicatie naar de eerste gebruiker: Vicar Vision

Vicar Vision is geïnteresseerd in de technieken om emoties te kunnen herkennen. Dit zijn de verschillende methoden die men gebruikt om de beweging van de gezichtspunten te registreren en te vertalen naar spierbewegingen. Het bedrijf heeft kennis op dit gebied maar het zijn nog stilstaande beelden, plaatjes, die geanalyseerd worden door het bedrijf. Ook kan het bedrijf over minder verschillende emotionele categorieën uitspraken doen en zijn de technieken die men gebruikt anders dan die op de TUDelft.⁸² Concrete kennisoverdracht in termen van het MultimediaN project hebben volgens het bedrijf nog niet plaatsgevonden. De contacten met de onderzoekster vanuit de TUDelft bestonden al langer voordat MultimediaN werd opgestart en zullen aldus de onderneming zich waarschijnlijk ook verder doorzetten.

Geen verspreiding van de ontwikkelde kennis andere deelnemers N2

Ook hier, is net zoals in het 1B werkpakket, niet zichtbaar dat de kennis verplaatst wordt naar andere deelnemers. TNO is niet geïnteresseerd in de technieken, maar ook de Waag en V2 hebben geen interesse in de technologie. De kennisontwikkeling in dit werkpakket is dan ook vooral aangelegenheid van de

⁸² Hans van Kuilenburg, Marco Wiering, and Marten den Uyl, 'A Model Based Method for Automatic Facial Expression Recognition', Proc. Of the ECML 2005, July 2005, Springer

onderzoekers van de TUDelft van de vakgroep MMI. Zij willen hoogstaande nieuwe wetenschappelijke kennis creëren die indruk maakt op andere onderzoekers die ook op dit internationale onderzoeksgebied actief zijn.

5.4.4 Conclusies

In paragraaf 6.5 is de onderzoekspraktijk en de activiteiten van de onderzoekers van de TUDelft geschetst die werken aan het detecteren van emoties middels de herkenning van gelaatsuitdrukkingen. De casus laat een aantal interessante punten zien met betrekking tot de kennisproductie.

Samenwerking en kennisproductie in werkpakket 3

In de kennisproductie van dit werkpakket is geen directe connectie zichtbaar met andere pakketten. Via de demonstrator ontwikkeling kan deze er wel zijn maar bij de onderzoekers zijn geen activiteiten te bespeuren die wijzen op een belang om andere kennis van andere werkpakketten te incorporeren of samen te werken.

De activiteiten van de onderzoekers zijn gericht op de ontwikkeling van artefact dat zo succesvol mogelijk in een gestileerde context kan functioneren. Onzekerheden en complexiteiten die invloed kunnen hebben op de 'success rates' van het emotieherkenningssysteem, worden vooraf zoveel mogelijk weggefilterd door de onderzoeksgegevens aan te passen en de input van de data handmatig uit te voeren. Hierdoor genereert men hogere 'success rates'. Het is interessant voor de onderzoekers om meer complexiteit toe te laten in het systeem omdat dit betekent een succesvoller functioneren in de werkelijkheid maar het is ook belangrijk dat er goede 'success rates' gehaald worden. En de goede 'success rates' zijn met name belangrijk in de publicaties. Uiteraard kunnen de onderzoekers ook scoren in de publicaties als ze dezelfde 'success rates' halen met een systeem dat om kan gaan met complexere data.

De wetenschappers die publiceren worden met name uitgedaagd om aan te tonen dat hun nieuwe benadering succesvoller werkt dan eerdere aanpakken. En dit is dan ook de focus van de AIO's die in de projecten werken. Ondertussen blijft er de behoefte om het functioneren van de applicaties enigszins te begrijpen. Verklarende theorieën dienen als basis voor de werking van de applicaties.

Productie van een bepaald type kennis

De hier ontwikkelde kennis is probabilistisch en functionalistisch. In verschillende ontwikkelingsstappen worden waarschijnlijkheidswaarden gecreëerd die dus nooit voor 100% overeen zullen komen met de werkelijkheid. Dit echter is wel de meest succesvolle methode als het gaat om de detectie van emotie en wordt door de onderzoekers niet als fundamenteel problematisch gevonden. In de journals en conferenties waarin de onderzoekers publiceren staat kennis centraal die de huidige kennis dient te overtreffen in functionaliteit, dit blijkt ook uit de publicaties van de onderzoekers en de manier waarop zij over hun werk praten. Activiteiten om het systeem naar de praktijk te verplaatsen zijn niet waarneembaar. Verder vinden de onderzoekers pragmatische oplossingen belangrijk, niet de achterliggende theoretische verklaringen voor het detecteren van emotie.

De activiteiten van het onderzoek richten zich niet op een 'reallife' context en deze context is ook niet direct interessant voor de onderzoekers. De applicatie is dan ook niet direct toepasbaar in een praktische omgeving.

Rollen en gedrag van de onderzoekers

De onderzoeksleidster lijkt een vrij autonome positie te hebben. Ze heeft in het voorjaar van 2006 besloten om naar het London Imperial College te vertrekken om daar haar onderzoek voort te zetten. Het plaatsen van haar onderzoek binnen het MultimediaN programma heeft geen invloed gehad op haar onderzoeksagenda. Haar onderzoeksagenda voor, tijdens en na de participatie in het MultimediaN programma toont geen veranderingen. Ook de samenwerking met Vicar Vision bestond al en zal blijven voortduren.

Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen een groep van wetenschappers die zich op verschillende deelgebieden van het herkennen van emotie via het gezicht richten. Iedere onderzoeker richt zich op een specifiek deel van het onderzoek (het volgen van de gezichtspunten, omzetten van bewegende gezichtspunten in spierbewegingen, et cetera). De AIO die betaald wordt in dit werkpakket door MultimediaN verkrijgt kennis vanuit de academische context waarin hij functioneert. De activiteiten voor dit werkpakket zijn niet uniek maar zijn ingebed in een academische onderzoekspraktijk op het gebied van de detectie van gezichtsexpressie. Het promotie onderzoek dat in dit werkpakket is uitgevoerd was dan ook al gestart voor de start van MultimediaN.

5.5 Kennisproductie in werkpakket 1A

In dit werkpakket werkt een AIO van de vakgroep MMI van de TUDelft. Het is dezelfde vakgroep als in werkpakket drie. Het onderzoek richt zich op het kunnen detecteren van gebaren en het classificeren van deze gebaren als emoties van de persoon en lijkt daarmee sterk op het onderzoek in werkpakket drie dat zich richt op gezichtsuitdrukkingen.

5.5.1 Schets van de onderzoekspraktijk

De onderzoekspraktijk waarbinnen dit onderzoek plaatsvindt, is nagenoeg gelijk aan dat van het onderzoek in werkpakket drie (paragraaf 5.4). Het onderzoek staat namelijk onder leiding van dezelfde onderzoeksleidster, het werk wordt alleen uitgevoerd door een andere AIO. De doelen die gesteld worden aan het werk zijn ook hier gericht op wetenschappelijke output die op langere termijn relevant kan zijn voor bedrijven of andere actoren maar nu nog niet geschikt is. Het onderzoeksveld is hetzelfde als dat in werkpakket drie. De peers zijn exact hetzelfde en artikelen worden dan ook gepubliceerd op dezelfde conferenties en in dezelfde journals als van werkpakket drie. Bij dit onderzoek is geen eerste gebruiker betrokken.

De onderzoeksgegevens bestaan in dit geval uit een database waarin een 152-tal video's opgedeeld in opeenvolgende plaatjes. In deze database komen 19 bewegingen voor. Het systeem dat is ontwikkeld, dient deze 19 verschillende bewegingen zo succesvol mogelijk te volgen en te classificeren.⁸³ Ook hier is sprake van onderzoeksgegevens die bijdragen aan een reduceren van een complexe werkelijkheid omdat de beelden vanuit een bepaalde hoek zijn genomen, een vaste lengte hebben en waarin met opzet een 19-tal bewegingen gemaakt worden. In de werkelijkheid bijvoorbeeld zijn er ontelbare bewegingen te maken en zal een systeem hieruit moeten interpreteren wat de emotionele staat is van een persoon. Het is deze reductie van de complexiteit die de onderzoekers in staat stelt om een emotiedetector te creëren die een hoge mate van succesvolle emotie detecties kan genereren.

5.5.2 Ontwikkeling van de kennis

De stappen die gemaakt worden om tot een werkende emotiedetector te komen, zijn nagenoeg hetzelfde als die in werkpakket drie. Tevens gebruiken de onderzoekers hetzelfde type probabilistische detectie en classificatiemethoden. En ook hier is het doel om zo hoog mogelijke 'success rates' te halen en tegelijkertijd zoveel mogelijk complexiteit binnen te laten.

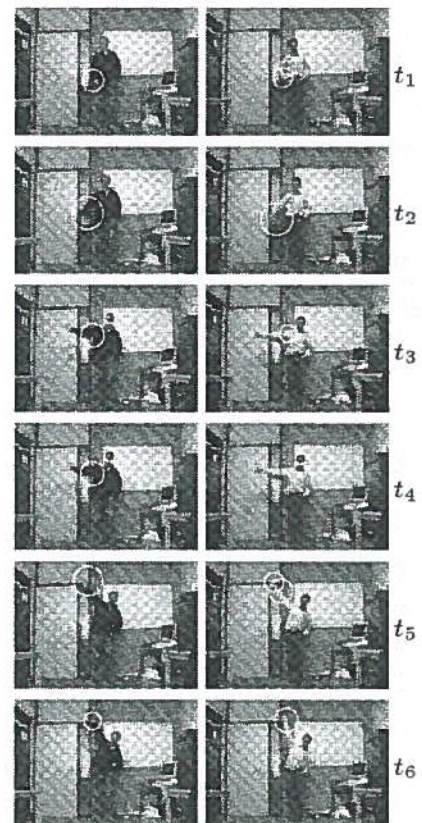
Onderzoeksaanpak

De onderzoekers laten een systeem de beelden uit de videodatabase verwerken tot een beeld met grijswaarden. Vervolgens tracht een probabilistisch zoek algoritme een aantal punten te volgen op het lichaam op basis waarvan de beweging van de punten gevolgd kan worden. Hierna worden deze bewegingen geclassificeerd aan de hand van een ander algoritme dat eveneens probabilistische kenmerken heeft, zodat de waargenomen bewegende punten geclassificeerd kunnen worden als 1 van de 19 bewegingen.

Het is hier voldoende om in te gaan op alleen het volgen van de punten op het lichaam en het classificeren van deze bewegingen om duidelijk te maken wat voor kennis de onderzoekers produceren.

Volgen van punten op het lichaam

Evenals in werkpakket drie zijn de beelden uit de database omgezet in grijswaarden. Een arm met een bepaald type kleding tegen een bepaalde achtergrond zorgt voor een verzameling van



⁸³ A. Oikonomopoulos, I. Patras and M. Pantic, 'Spatiotemporal saliency for human action recognition', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME '05), pp. 430-433, Amsterdam, The Netherlands, July 2005

beeldpunten met een bepaalde grijswaarden die een bepaalde positie ten opzicht van elkaar hebben. Op basis van een gaussiaanse modelleringstechniek, die in werkpakket 1B besproken is, wordt een inschatting gemaakt van de plaats waarop het punt zich bevindt in een opeenvolging van afbeeldingen. Deze techniek wijst waarschijnlijkheidswaarden toe aan waar het punt zich zou kunnen bevinden (zoals in figuur 13). De bewegingen van verschillende punten op het lichaam zijn met een bepaald succes gedetecteerd. Dit is te zien in figuur 25 waar in twee gevallen het volgen van een punt geschiedt. Dit gaat over het algemeen goed maar soms verschuift de cirkel (het punt dat wordt gevolgd) naar de schouders van de personen. Op die momenten heeft de modelleringstechniek op basis van de interpretatie van de grijswaarden een verkeerde positie aangewezen van het punt dat wordt gevolgd.

Interpretatie van de bewegingen

De bewegingen van de punten die men heeft gevolgd dienen nu geïnterpreteerd te worden door het systeem als zijnde specifieke gebaren. In de database die men gebruikt, zijn een 19-tal gebaren aanwezig. Op basis van deze aanname hebben de onderzoeker een classificatie model gebouwd op basis van Vector Machines (zoals in figuur 22). Het model analyseert de bewegingen in het videofragment 19 keer, en kijkt daarbij hoe waarschijnlijk het is dat de bewegingen geclassificeerd kunnen worden als één van de 19 gebaren. Aldus de onderzoekers: *"Each example was assigned to the class for which the corresponding classifier provided the maximum conditional probability..."*⁸⁴ Hieruit volgt het aantal keren dat het systeem een goede of foute uitspraak heeft gedaan over de werkelijkheid. In de onderstaande figuur 26 is te zien hoe het systeem heeft gecoörd.

5.5.3 Verspreiding van de kennis

De onderzoekers hebben getracht een systeem te creëren, dat onder zeer specifieke omstandigheden bewegingen in videomateriaal kan interpreteren als de beweging van bijvoorbeeld een arm. Het systeem werkt alleen in deze laboratoriumcontext.

Het publiceren van de resultaten

Net zoals in werkpakket drie geldt dat publiceren de belangrijkste manier is om de kennis te presenteren aan de buitenwereld. De onderzoekers geven in hun publicatie aan dat de nieuwe detectiewijze leidt tot *"an increase of almost 8% in the global recognition rate."* Het is deze verhoging van de 'success rate' van het detecteren van de bewegingen die het publiceren aantrekkelijk maakt. De eerdere aanpak van andere onderzoekers was succesvol maar de onderzoekers hebben een manier gevonden om een nog betere detectie modellering te creëren. Aldus de onderzoekers van de TUDelft: *"furthermore, the classification results clearly illustrate the superiority of the proposed kernel-based classification scheme over the simple kNN classification."* In het onderstaande figuur 26 is te zien hoe de onderzoekers hun 'success rates' tonen aan hun peers. De bestaande kNN classificatie methode is vergeleken met de nieuwere RVM methode. En de RVM methode is ongeveer 8% accurater.

⁸⁴ A. Oikonomopoulos, I. Patras and M. Pantic, 'Spatiotemporal saliency for human action recognition', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME '05), pp. 430-433, Amsterdam, The Netherlands, July 2005

Class Labels	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kNN Recall	1	0.88	1	0.88	0.13	0.75	0	0.88	1	0.5
kNN Precision	1	1	1	0.88	0.5	0.67	0	0.88	1	1
RVM Recall	1	1	1	0.88	0.5	0.75	0.25	0.88	1	1
RVM Precision	0.89	1	0.89	0.88	0.67	0.6	0.29	0.88	1	0.89
Class Labels	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
kNN Recall	0.13	0.75	0	0.88	0.75	0.63	0.75	1	0.75	0.6645
kNN Precision	0.5	0.6	0	1	0.5	0.83	0.86	0.67	0.22	0.6645
RVM Recall	1	0.5	0.38	1	0.5	0.5	0.63	0.88	0.5	0.7434
RVM Precision	1	0.4	0.33	1	0.44	0.5	0.56	1	0.67	0.7434

Figuur 26: Gepubliceerde success rates van het detectiesysteem

Bron: A. Oikonomopoulos, I. Patras and M. Pantic, 'Spatiotemporal saliency for human action recognition', in Proc. IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME '05), pp. 430-433, Amsterdam, The Netherlands, July 2005

Geen verspreiding van de ontwikkelde kennis andere deelnemers N2

Ook hier geldt dat geen verspreiding van de kennis zichtbaar is naar andere deelnemers in het N2 project.

5.5.4 Conclusies

De conclusies die getrokken kunnen worden uit deze casus komen overeen met die van werkpakket drie.

Samenwerking en kennisproductie

Er is geen directe connectie zichtbaar met andere pakketten. De activiteiten van de onderzoekers zijn gericht op de ontwikkeling van artefact dat zo succesvol mogelijk in een gestileerde context kan functioneren. Onzekerheden en complexiteiten die invloed kunnen hebben op de 'success rates' worden zoveel mogelijk weggefilterd door de onderzoeksgegevens aan te passen. De goede 'success rates' zijn met name belangrijk in de publicaties. De wetenschappers die publiceren worden met name uitgedaagd om aan te tonen dat hun nieuwe benadering succesvoller werkt dan eerdere aanpakken.

Productie van een bepaald type kennis

De ontwikkelde kennis is probabilistisch en functionalistisch. In verschillende ontwikkelingsstappen worden waarschijnlijkheidswaarden gecreëerd. Dit is de meest succesvolle methode als het gaat om de detectie van de bewegingen en de interpretatie van de bewegingen. Pragmatische oplossingen zijn belangrijk, niet de achterliggende theoretische verklaringen voor de detectie. De activiteiten van het onderzoek richten zich niet op een 'reallife' context en deze context is ook niet direct interessant voor de onderzoekers. De applicatie is dan ook niet direct toepasbaar in een praktische omgeving.

Rollen en gedrag van de onderzoekers

De onderzoekers opereren relatief autonoom. Onderzoeksagenda's lijken niet te veranderen in het MultimediaN traject.

5.6 Werkpakket 5: de gezamenlijke ontwikkeling van een artefact

De ontwikkeling van de 'golden demonstrators' is het verbindende element in het project. De losse werkpakketten bieden stukken kennis aan die verwerkt kunnen worden in een applicatie die de functie en relevantie van de geproduceerde kennis aan kan tonen. De demonstrator ontwikkeling in het N2-project belichaamt de samenwerking tussen de verschillende deelnemers. Contacten in het project tussen de verschillende deelnemers (TUDelft, de Waag, V2 en TNO) vinden plaats om de demonstrators te ontwikkelen. Niet om onderling kennis uit te wisselen. Hieronder zal één van de demonstrators besproken worden, de 'affective mirror'.

5.6.1 Doel van de demonstrator

De demonstrator moet laten zien dat de kennis die ontwikkeld is binnen N2 relevant en uitvoerbaar is. De demonstrators incorporeren de kennis die is geproduceerd binnen het N2 project. De demonstrator is geen eindproduct waarvoor de deelnemers participeren in MultimediaN. *"the goal of the demo is to show the latest developments in technology..."*⁸⁵ De demonstrator is dus niet een inhoudelijk einddoel van een project maar een blijk van vermogen naar buiten toe dat de kennis die hier is ontwikkeld belangrijk is en het functioneert in een (semi-)praktische context.

5.6.2 Organisatie van de samenwerking

De ontwikkeling van deze demonstrator staat aan het beginpunt. Er is een globaal concept dat hierboven is beschreven. De aangewezen software engineers van (TNO, de Waag en V2) zullen de ontwikkeling op zich nemen en worden betaald vanuit het N2 project. De onderzoekers binnen de werkpakketten gaan zelf geen actieve bijdrage leveren aan de kennisproductie, anders dan de overdracht van de kennis en het soms aanpassen van de kennis die is geproduceerd in de werkpakketten. De deelnemers van het N2 project zijn niet geprikkeld om zelf ook actief te investeren in de ontwikkeling van de demo. De demo levert voor de betrokken deelnemers in N2 geen meerwaarde op. De beoogde demonstrator is een overtuigende manier om te laten zien dat de kennis, die ontwikkeld wordt in het project, functioneert. Maar voor de individuele deelnemers geldt vooral dat de kennis die zij zelf ontwikkelen binnen de individuele werkpakketten interessant is.

Niet alle kennis die ontwikkeld wordt, komt in de demonstrator terecht. Een voorbeeld is de kennis die in werkpakket drie is ontwikkeld. Na het vertrek van de onderzoeksleidster is er een gat ontstaan dat opgevuld gaat worden door een andere wetenschapper. Deze is echter actief op een ander gebied. De kennis neemt zij uiteraard mee naar haar nieuwe werksituatie in de UK. Maar ondertussen blijft deze kennis voor het MultimediaN programma ook bruikbaar. De kennis moet echter wel aangeleverd worden door de

⁸⁵ Intern document voor de opzet van de golden demonstrator 'Affective Mirror' in het N2-project

onderzoekers en deze zijn niet meer aanwezig. Vicar vision die ook een gezichtsherkenning heeft lijkt deze rol over te gaan nemen. Een ander voorbeeld is de kennis uit het 1B project waarin TNO aanwezig is. Men gebruikt verschillende methoden om kenmerken van emotie uit de audiogegevens te extraheren. Zeer waarschijnlijk zal slechts één methode gebruikt worden in de demonstrator.

5.6.3 Assemblage van verschillende kennisentiteiten

Deze demonstrator verenigt kennis uit verschillende werkpakketten. In het geval van de 'affective mirror' (affectieve lachspiegel) is het de bedoeling dat de volgende kennis uit de verschillende werkpakketten wordt geïntegreerd⁸⁸:

- **Werkpakket 1B:** Laughing voice detection, TNO will create the module to detect the absence or presence of laughter in the audio signal from a mounted microphone.
- **Bestaande TNO technologie:** Speech recognition, TNO can adapt a speech recognizer to spot keywords in the user's speech.
- **Werkpakket 3:** Recognition of facial expression, TU Delft developed software for analyze the face, tracking facial feature points and interpreting facial expressions (specifically laughter).
- **Werkpakket 3:** FaceReader, a VicarVision product, implements detection, recognition and analysis of a face in an image or in video sequences. Characteristic features are derived to create a compact numerical description of the face, the so-called Face Appearance Model. Face Appearance Models are like flexible masks that can be used to speculate about the face in different orientations and with different facial expression.
- **Werkpakket 1A:** 2D tracking body parts, technology developed at TU Delft can produce indication on physical activity or level of arousal.
- **Werkpakket 2:** Werkpakket Gesture recognition, MUSH, developed by V2_ is a kind of 'magic' stick, moveable by the user. The pattern of movements is tracked and gestures are interpreted.
- **Werkpakket 4:** De bovenstaande technologieën worden geïntegreerd binnen een platform dat is ontwikkeld door de Waag.

N.B. De ontwikkelaars zijn er nog niet zeker over of de kennis uit het derde werkpakket ook gebruikt gaat worden in de demo omdat de TUDelft onderzoeksleidster niet meer werkzaam is in MultimediaN.

5.6.4 Conclusie

Dit werkpakket is het enige werkpakket waarin de partijen actief samenwerken. Dit gebeurt echter niet door de onderzoekers die actief zijn in de afzonderlijke werkpakketten maar door software engineers die door het M-project gefinancierd worden. De demonstrators zijn geen eindproducten die voor de onderzoekers een intrinsieke waarde hebben. De onderzoekers en de betrokken actoren vinden de meerwaarde van de participatie in MultimediaN in de werkpakketten waarin zij afzonderlijk participeren.

⁸⁸ Intern document voor de opzet van de golden demonstrator 'Affective Mirror' in het N2-project

5.7 Conclusies kennisproductie N2

In dit hoofdstuk zijn het N2 project en een drietal concrete onderzoekspraktijken binnen het N2 project beschreven. Een vierde onderzoekspraktijk, de ontwikkeling van de demonstrator, is ook meegenomen in de analyse. De tekst hieronder probeert, op basis van deze analyse, antwoord te geven op de onderzoeksvraag hoe de kennisproductie plaatsvindt in termen van de samenwerking, het type kennis dat men produceert en de rollen en het gedrag van de wetenschappers die participeren. Dit geeft de mogelijkheid om de kennisproductie in deze onderzoekspraktijken in het volgende hoofdstuk te vergelijken met de bestaande conceptualiseringen van de kennisproductie.

De conclusie zal beginnen met een bespreking van de samenwerking en kennisproductie zoals deze zichtbaar is binnen het N2 project. Paragraaf 5.7.2 zal vervolgens ingaan op het type kennis dat de onderzoekers hier creëren. Als laatste gaat paragraaf 5.7.3 kort in op de rollen en het gedrag van de wetenschappers die actief zijn in deze hybride onderzoekspraktijken.

5.7.1 Samenwerking en kennisproductie in N2

De directie van MultimediaN heeft het N2 project betiteld als een fundamenteel project. In dit project staan niet zozeer de werkende applicaties centraal die in een maatschappelijke of economische context moeten functioneren maar het zijn relatief abstracte en technische problemen die centraal staan. De actoren zetten binnen het N2 project het werk voort waarin zij specialist zijn. Deze kennis kunnen zij gebruiken voor publicaties en in het geval van TNO om te incorporeren in producten.

Relatief autonome kennisproductie

De kennisproductie die binnen de verschillende werkpakketten van het project plaatsvindt, is relatief autonoom. Actoren zoals de vakgroep MMI van de TUDelft en de onderzoekers van TNO wenden de kennis die ze produceren in de afzonderlijke werkpakketten aan voor eigen gebruik. De actoren functioneren op een dergelijke manier binnen de projecten, dat zij zoveel mogelijk hun werk voortzetten waarin zij specialist zijn en waarbij ze het meeste rendement kunnen verkrijgen voor de inspanningen die geleverd dienen te worden. Er is verder geen samenwerking te bespeuren in termen van het creëren van gezamenlijke technieken om tot succesvollere extractie van metadata te komen bijvoorbeeld. Het N2 project levert ook geen eindproduct op dat voor de betrokkenen te gebruiken is in hun wetenschappelijke, economische of maatschappelijk relevante activiteiten. Het zijn de activiteiten in de individuele werkpakketten die interessant zijn voor TNO en de TUDelft.

Samenwerking met name zichtbaar in demonstrator ontwikkeling

De samenwerking die te bespeuren is, bestaat met name uit de interactie tussen de eerste gebruikers en de kennisproducenten binnen de werkpakketten. Hier is sprake van het door de kennisproducenten verspreiden van kennis naar de eerste gebruiker toe. De ontwikkeling van de demonstrators is tevens een belangrijke manier van samenwerking. De deelnemers van het N2 project, voelen zich echter niet geprikkeld om zelf ook actief te investeren in de ontwikkeling van de demonstrators. De demonstrator levert voor de betrokken

deelnemers in N2 geen meerwaarde op. De beoogde demonstrator is een overtuigende manier om te laten zien dat de kennis, die ontwikkeld wordt in het project, functioneert. Maar voor de individuele deelnemers geldt vooral dat de kennis die zij zelf ontwikkelen binnen de individuele werkpakketten interessant is. Deze kennis kunnen zij namelijk aanwenden voor eigen gebruik.

Actoren met verschillende doelen

De deelnemers hebben zeer uiteenlopende doelen om te participeren in de projecten. TNO is met name geïnteresseerd in nieuwe kennis om in producten te verwerken. De wetenschappelijke deelnemers willen de kennis gebruiken om te kunnen publiceren. In termen van de kennisproductie vertaalt deze voorkeur zich in een onderzoeksmethode en kennisoutput die verschilt. De onderzoekers van TNO zijn in mindere mate geïnteresseerd in het verklaren van het succes van de applicatie of het onderbouwen van ontwerpkeuzes in het onderzoek met theorieën. Voor hen is het belangrijk dat er een artefact wordt ontwikkeld dat functioneert gegeven bepaalde praktische omstandigheden. De AIO van TNO wil dan ook zo graag mogelijk de beschikking hebben over realistische onderzoeksgegevens. De onderzoekers van de TUDelft trachten ook psychologische en fysiologische verklaringen te geven voor het succes van hun theorieën.

Beide type actoren (TUDelft en TNO) trachten bij het ontwikkelen van de kennis zo hoog mogelijke 'success rates' boeken met hun systemen. Deze behoefte aan hoge 'success rates' is groter dan de behoefte om complexiteit toe te laten in de systemen. Het toelaten van complexiteit, zoals meer realistische geluidsopnames, is weliswaar zeer interessant en relevant voor verdere toepassingen. Echter zonder goede 'success rates', is het niet aantrekkelijk voor de onderzoekers om te publiceren.

Verspreiding van de kennis

Het publiceren van de gegevens blijft voor de onderzoekers van de TUDelft de belangrijkste wijze om aan de buitenwereld te laten zien wat men heeft ontwikkeld. De onderzoekers van TNO publiceren ook, maar de AIO van TNO wil toch ook zo snel mogelijk een werkend artefact creëren dat in een realistische omgeving kan functioneren. De onderzoekers van de TUDelft vinden het toelaten van complexiteit ook belangrijk maar de emotiedetector die de onderzoekers ontwikkelen kan niet functioneren in een realistische context en de onderzoekers vinden het ook niet nodig om hier aan te werken.

De kennis die in de afzonderlijke werkpakketten is ontwikkeld en dus door één actor is ontwikkeld, wordt voor eigen gebruik aangewend. Kennisstromen tussen de verschillende actoren in de verschillende werkpakketten zijn niet te bespeuren. Kennistransfer naar de eerste gebruiker is wel bespeurbaar in het derde werkpakket. De verspreiding van de kennis in het N2 project is bespeurbaar als het gaat om het creëren van een demonstrator maar deze demonstrator is voor TNO of de TUDelft niet bruikbaar en is daarmee ook niet interessant voor deze actoren.

5.7.2 Ontwikkeling van een bepaald type kennis

Functionerende kennis binnen een specifieke context

Zowel de kennis die door de onderzoekers van TNO als door de onderzoekers van de TUDelft is ontwikkeld, is kennis die moet functioneren, de kennis moet werken binnen een bepaalde context. Het zijn geen theorieën of wiskundige algoritmen met bepaalde logische uitspraken maar het zijn emotiedetectoren die afgerekend worden op hun prestaties. Het functioneren van de kennis is in dit geval, het genereren van succesvolle uitspraken over emoties. De uitspraken die men doet over de werkelijkheid hebben een waarheidswaarde in een zeer specifieke context waarin de onderzoekers afgerekend worden op het functioneren van hun systemen.

De kennis die wordt ontwikkeld is in het geval van het onderzoek door TNO en de TUDelft gestileerd, ontdaan van complexiteiten, toch proberen de onderzoekers wel zoveel mogelijk deze stilering voorbij te gaan. De onderzoekers zien het als hun taak om kennis te ontwikkelen die zo goed mogelijk om kan gaan met de complexiteit van de werkelijkheid.

Probabilistische kennis

De kennis die voor het functioneren van de systemen wordt gebruikt, is te typeren als probabilistische kennis. Nergens in de onderzoeksstappen hebben TNO en de onderzoekers van de TUDelft de pretentie zekere kennis te creëren. Vanaf de eerste stap is het voor de onderzoekers duidelijk dat de uitspraken die het systeem zal doen over de emoties van mensen bestaat uit waarschijnlijkheidswaarden. Het kan zijn dat het systeem een zeer hoog slagingspercentage haalt op het detecteren van emoties. Toch kan het zijn dat de verschillende extractie en classificatietechnieken fouten maken, omdat de benadering van de werkelijkheid door de onderzoekers niet overeenkomt met de werkelijkheid die veel complexer is dan de onderzoekers in hun onderzoeksmodellen en methodologieën kunnen hanteren. De probabiliteit van de kennis is daarmee niet alleen een a-priori constatering zoals deze gemaakt wordt in de epistemologie, in zin dat de mens nooit tot zekere kennis kan komen over de wereld en dat er altijd onzekerheden zijn. Hier zit de probabiliteit ook in de methoden zelf die men gebruikt om nieuwe kennis te creëren. Deze probabilistische kennis wordt geaccepteerd om tot functionerende artefacten te komen.

5.7.3 Rollen en gedrag van de wetenschappers

Heuristieken van de onderzoekers

Het populaire klassieke beeld dat hedentendage bestaat over de wetenschapper is iemand die in een academische context, bij voorkeur een laboratorium, op zichzelf of in een besloten groep van mede wetenschappers nieuwe kennis produceert. Deze wetenschapper hanteert hierbij een aantal methoden die er voor dienen te zorgen dat de kennis betrouwbaar is. De belangrijkste taak van de wetenschapper is het produceren van nieuwe kennis die waar is. Maar in de context van MultimediaN is de wetenschapper niet meer alleen iemand die zich bevindt in een academische context, de wetenschapper wordt geprikkeld om voor de maatschappij relevante kennis te ontwikkelen. De wetenschapper in dit onderzoek immers, zit niet meer in zijn 'ivoren toren' maar staat met één been in de academische wereld en het andere bevindt zich op de 'agora' tussen de mensen van het bedrijfsleven en de overheid. Latour beschrijft deze ontwikkeling ook

als hij het heeft over de overgang van 'science' naar 'research'.⁸⁷ De onderzoekers in het laatste geval zijn niet meer bezig met het creëren van ware of universele kennis. De rol van de wetenschapper is om meerwaarde te creëren voor de maatschappij. Dit kan zijn op een economische wijze maar ook door problemen te benoemen. Of zoals Latour het stelt: *"Science produces objectivity by escaping as much as possible from the shackles of ideology, passions, and emotions; research feeds on all of those to render objects of inquiry familiar."* Dit komt overeen met de rol die de wetenschappers in dit onderzoeksveld zich aanmeten. *"We believe that researchers in the field should not focus on solving challenges in psychology of emotion ... Rather, they should focus on finding pragmatic context-sensitive solutions"*⁸⁸ Universele kennis is geen uitgangscriterium voor de onderzoekers, het pragmatisch succes van een functioneel artefact in een specifieke context is belangrijk.

Onderzoeksagenda van de onderzoekers van de TUDelft

De onderzoekers van de TUDelft hebben contacten met het bedrijfsleven maar intern wetenschappelijke heuristieken lijken dominant te zijn in de bepaling van de onderzoeksagenda. Dit betreffen technische problemen die betrekkingen hebben op de extractie van metadata uit multimediale gegevens en het toekennen van betekenis aan deze gegevens die zinvol is in termen van het begrijpen van menselijk gedrag en interactie met computersystemen. De onderzoekers zullen uiteraard beamen dat wat zij doen relevant is voor problemen die leven in de maatschappij en dat de ontwikkelde kennis op termijn ook economische meerwaarde kan opleveren. Een belangrijke heuristiek in het wetenschappelijke onderzoeksveld is dan ook het toelaten van zoveel mogelijk complexiteit om de emotiedetector te laten werken in een zo realistisch mogelijke context. De manier van werken zoals deze plaatsvindt in het N2 project is voor de onderzoekers de normale gang van zaken.

Onderzoeksagenda van TNO

De onderzoekers van TNO hebben meer voorkeur voor de valorisatie van de onderzoeksactiviteiten dan de onderzoekers van de TUDelft. Het functioneren van de kennis in een realistische/complex context is dan ook belangrijk. Dit is terug te zien in de publicaties die zich richten op de werking en het succes van detectietechnieken en minder op theoretische verklaringen. Maar prikkel om kennis te valoriseren is ook te deduceren uit de wil van de onderzoekster om zo snel mogelijk realistisch audiomateriaal te gebruiken, welke lastig te verkrijgen is, om daarmee de emotiedetector van TNO te testen.

⁸⁷ Latour B., (1998), From the World of Science to the World of Research?, Science vol. 280, no. 5361, pp. 208-209

⁸⁸ M. Pantic, N. Sebe, J.F. Cohn and T. Huang, 'Affective Multimodal Human-Computer Interaction', in Proc. ACM Int'l Conf. on Multimedia, pp. 669-676, Singapore, November 2005

6 Conclusies & discussie

Dit onderzoek is begonnen met de claim dat beleidsmakers en onderzoekers nog te weinig inzicht hebben in de hedendaagse wijze waarop wetenschappelijk onderzoek in toenemende mate plaatsvindt. In het onderzoek heeft dan ook de volgende vraag centraal gestaan:

Hoe vindt de kennisproductie plaats binnen het N2 project van MultimediaN, waarin meerdere type actoren zijn betrokken? En hoe verhoudt deze casus zich tot de bestaande theorieën over wetenschappelijke kennisproductie in dit type wetenschappelijke onderzoekspraktijken?

Het N2 project van het MultimediaN onderzoeksprogramma is een vruchtbare casus gebleken om de kennisproductie te volgen. In het vorige hoofdstuk zijn conclusies getrokken over de kennisproductie in het N2 project op basis van een analyse van de onderzoekspraktijken. Met behulp van deze analyse heeft dit onderzoek uitspraken kunnen doen over de wijze waarop de kennisproductie in deze casus plaatsvindt in termen van samenwerking, het type kennis dat men produceert en de rollen en het gedrag van de wetenschappers in deze hybride onderzoekspraktijken. Paragraaf 6.1 tracht een antwoord te formuleren op het eerste deel van de onderzoeksvraag. Wat betekent het voor de kennisproductie als de kennisproductie ondergebracht wordt binnen een onderzoeksprogramma waarin verschillende type actoren aanwezig zijn. Vervolgens beschrijven de paragrafen 6.2 tot en met 6.4 hoe deze casus zich verhoudt tot bestaande conceptualisering van de kennisproductie. Het hoofdstuk sluit af met de vragen hoe generaliseerbaar deze casus is en wat er aan verder onderzoek uitgevoerd zou moeten worden.

6.1 Kennisproductie in het N2 project

De onderzoekers van TNO en de TUDelft zijn werkzaam binnen het N2 project van het MultimediaN onderzoeksprogramma. Het onderzoeksprogramma wil de interactie bevorderen tussen de verschillende actoren en stelt criteria aan de kennisontwikkeling die niet alleen wetenschappelijk zijn, maar ook economisch en maatschappelijk. Het ontwerp van het N2 project doet blijken dat de directie van MultimediaN een bepaalde werkstructuur heeft op kunnen leggen aan de verschillende onderzoekers. Verschillende actoren hebben deeltaken gekregen om de mens-machine interactie te verbeteren. Tevens is er een werkpakket dat deze deeltaken samen dient te voegen in een demonstratiesysteem. De doelen van de actoren in het N2 lijken echter niet vanzelfsprekend overeen te komen met de doelen van de directie van MultimediaN. TNO wil wetenschappelijk onderzoek verrichten dat economisch waardevol kan zijn. De organisatie is echter niet geprikkeld om interacties op te zetten met andere actoren in het project. Voor de onderzoekers van de TUDelft geldt, dat ze met name geïnteresseerd zijn in het ontwikkelen van

wetenschappelijk interessante kennis. Ze voelen zich niet geprikkeld om de kennis actief te verplaatsen naar meer praktische omgevingen waar het getest kan worden. Ook voelen zij zich niet geprikkeld om interacties aan te gaan met andere actoren in het project waardoor kennisoverdracht kan gaan plaatsvinden. De onderzoeksagenda's van de actoren lijken vrij autonoom te zijn ten opzichte van de structuur die de directie heeft opgelegd. Binnen de werkpakketten gaan de onderzoekers voornamelijk verder met het uitvoeren van onderzoek dat interessant is voor hen. Toch laten de activiteiten van de onderzoekers van TNO wel zien dat ze het belangrijk achten om kennis die functioneert binnen een zeer gestileerde omgeving zo snel als het kan te verplaatsen naar een meer praktische context. De onderzoekspraktijken van de individuele deelnemers zijn dus zeer dominant met betrekking tot het functioneren van de onderzoekers bij TNO en de TUDelft. Deze dominantie is ook terug te vinden in het ontwikkelen van de demonstrator voor het N2 project. Dit is de enige plek waar de actoren van het N2 project gezamenlijk kennis inleggen voor een werkend systeem. In de andere werkpakketten werkt men namelijk individueel aan deeltaken. De ontwikkeling van de demonstrator wordt echter gefinancierd uit het 'software development' project en de onderzoekers die in de andere werkpakketten actief zijn, werken niet actief mee aan het ontwikkelen van de demonstrator. Tevens is bij de ontwikkeling van de demonstrator nog niet duidelijk welke kennis exact geïncorporeerd wordt in de affectieve lachspiegel. Het type kennis dat de onderzoekers van TNO en de TUDelft ontwikkelen, is geen onderdeel van een kosmopoliete ontwerpstructuur die door het onderzoekprogramma wordt geïnduceerd. Het gebruik van probabilistische modelleringstechnieken en de focus van de onderzoekers op het succes waarmee de analysesystemen een functie vervullen, lijkt een kenmerk te zijn van het gehele onderzoeks domein waarin de onderzoekers zich bevinden.

6.2 Het Finaliseringsmodel van de Starnbergers

Dit onderzoek kan geen antwoord geven op de vraag of het vierfasen model van wetenschappelijke ontwikkeling van de Starnbergers overeenkomt met de ontwikkeling van het onderzoeksveld van de multimediale informatietechnologie. Wel laat dit onderzoek zien dat het onderzoeksveld van TNO en de TUDelft onderzoekers multidisciplinair van aard is. En de onderzoekers in het veld zijn gefocust op het creëren van detectiemodellen die gebruikt kunnen worden door andere actoren in een meer realistische omgeving. De onderzoekers bij de TUDelft en TNO zijn in die zin te typeren als taak- of probleemgeoriënteerde wetenschappers. Alle onderzoeksactiviteiten zijn gericht op het creëren van modellen die het probleem van de mens machine interactie kunnen verminderen. De onderzoekers zijn niet in eerste instantie op zoek naar psychologische verklaringen waarom hun modellen goed werken, ze beschouwen dit als niet of minder relevant. De onderzoekers trachten te komen tot zo accuraat mogelijk functionerende artefacten met behulp van probabilistische methoden die nooit een 100% zekerheid kunnen genereren. Het idee van '*reasonable precision in the eye of practical purpose*', dat door de Starnbergers wordt gebruikt, is in dit geval dan ook verhelderend. Dit criterium is leidend in het onderzoek van de TNO en TUDelft onderzoekers. Ook hier zijn de onderzoekers namelijk gedreven om functionerende systemen te creëren. Het ideaal om ware kennis te creëren bestaat hier niet. De onderzoekers zijn zich bewust van hun pragmatische aanpak en alle onderzoekers in het onderzoeksveld delen deze heuristiek om praktische

vooruitgang te boeken. De onderzoekers gebruiken theoretische ontwikkelingen uit andere wetenschapsdisciplines zoals de psychologie, maar zelf hebben ze geen behoefte om hier verdere bijdrage aan te leveren. Echter, het beeld van de Starnbergers, dat er theoretische ontwikkelingen zijn geweest in het onderzoeksdomein die het probleemgeoriënteerde veld domineren is in werkelijkheid complexer. Theorieën uit onder andere de psychologie, informatica, kunstmatige intelligentie en wiskunde worden impliciet en expliciet gebruikt in een totaal nieuw onderzoeksveld waarin een geheel nieuw type probleem opgelost dient te worden. In de monodisciplinaire domeinen van de informatica bijvoorbeeld tracht men onder andere rekenmodellen te ontwikkelen. Deze modellen worden door de onderzoekers van TNO en de TUDelft in het domein van de multimediale informatietechnologie gebruikt, samen met andere theorieën, om emoties te detecteren. Dit alles vindt plaats in een compleet nieuw probleemgebied.

6.3 *The New Production of Knowledge*

'*The New Production of Knowledge*' meent een aantal belangrijke veranderingen te signaleren in het wetenschapssysteem. Omdat '*the New Production of Knowledge*' geen achterliggende sociologische theorie hanteert maar vooral punten van veranderingen signaleert, zal op basis van deze punten een vergelijking plaatsvinden tussen het Mode 2 idee van Gibbons et al. en de kennisproductie in het N2 project.

Van een 'context of discovery' naar een 'context of application'

In een Mode 2 omgeving is het oplossen van problemen en het toepassen van kennis in maatschappelijk relevante contexten een dominante activiteit geworden. De activiteiten in het N2 project zijn inderdaad probleem georiënteerd. Onderzoekers trachten de stoeve mens machine interactie te verbeteren en men ontwikkelt hiervoor technologieën, die kunnen bijdragen aan de oplossing van dit probleem. In het geval van TNO is deze maatschappelijk relevante context goed zichtbaar, deze actor wil de kennis gebruiken in producten. De onderzoekers van de TUDelft ontwikkelen kennis die nog veel meer in een labachtige situatie functioneert en kan lastiger verplaatst worden naar praktische contexten. Gibbons et al. spreken in dit geval van "*weakly contextualised knowledge*" en "*strongly contextualised knowledge*". En dit lijkt goed overeen te komen met het beeld van het N2 project. Vervolgens stellen Gibbons et al. dat een continue wisselwerking tussen de meer kosmopoliete of abstractere kennis en de lokale of meer gesitueerde kennis plaatsvindt. Dit laatste is niet waarneembaar in deze casus. De contacten tussen de TUDelft en Vicar Vision zijn aanwezig, maar van een wisselwerking is geen sprake. De onderzoeksleidster van de TUDelft stelt ook dat haar activiteiten zich richten op wat het onderzoeksveld relevant vindt en niet op wat een bedrijf zegt. Daarbij komt dat frequente kennisstromen tussen Vicar Vision en de TUDelft niet waarneembaar zijn. De onderneming is geïnteresseerd in de mogelijkheden van de technologie maar de samenwerking is te typeren als vrijblijvend en laagfrequent.

De auteurs van 'Re-Thinking Science' (de opvolger van '*the New Production of Knowledge*') hebben vervolgens ook een normatieve boodschap. Ze stellen dat onderzoekers die zich richten op gecontextualiseerde kennis succesvoller zijn dan onderzoekers die dit niet doen. De onderzoekers van de

TU Delft worden gedreven door intern wetenschappelijke heuristieken, niet door wat het bedrijfsleven hen aan problemen biedt of aan vragen stelt. En de kennis die men produceert is niet in directe samenwerking met het bedrijfsleven ontwikkeld. Ook is de kennis niet makkelijk toepasbaar in een praktische omgeving omdat veel complexiteit is weggehaald om het detectiesucces te vergroten. Toch heeft NWO de onderzoeksleidster voor haar onderzoek met een Veni-beurs beloont, omdat NWO haar beschouwde als een van de zeven beste jonge onderzoekers in Nederland. Het feit dat ze haar onderzoek inmiddels heeft verplaatst naar London, toont een relatief grote autonomie aan ten opzichte van de TU Delft en het MultimediaN programma. Onderzoek op relatief abstract niveau, waarbij men werkt aan specifieke problemen die niet direct ingezet kunnen worden in een maatschappelijke context, blijft in dit geval relevant en wordt beloond door subsidieverstrekkers.

Gibbons et al. stellen dat, door de meer probleemgeoriënteerde visie en de gecontextualiseerde kennisproductie, academia ook meer 'know how' of ontwerpkennis verzamelen en ontwikkelen. De onderzoekers bij de TU Delft richten zich niet op concrete artefacten. Hun kennis bestaat met name uit modelleringstechnieken. Men richt zich niet op het ontwerpen van artefacten in een praktische omgeving en de ontwerpkennis hiervoor ontbreekt dan ook. TNO echter heeft deze ontwerpkennis wel. De ontwerpkennis is niet aanwezig bij de AIO zelf, die het onderzoek uitvoert, maar binnen de organisatie zijn afdelingen die deze ontwerpkennis hebben. De AIO van TNO zal, als het onderzoek ver genoeg gevorderd is, een beroep doen op deze afdelingen.

Interdisciplinaire opzet van het onderzoek

De context van applicatie waarin de onderzoekers werken, zorgt volgens Gibbons et al. voor het ontstaan van een toenemende multidisciplinairiteit. Het onderzoeksveld van de onderzoekers van TNO en de TU Delft is zeker multidisciplinair (zie figuur 4 in paragraaf 4.3.2). De onderzoekers bevinden zich in een veld dat kennis uit het informatica domein nodig heeft, psychologie en modellen ontwikkelt op basis van kennis die in het domein van de kunstmatige intelligentie is ontwikkeld. Volgens Gibbons et al. doorsnijdt de theoretische kern in deze transdisciplinaire domeinen verschillende disciplines. Het onderzoek in het N2 project echter kan beschreven worden in termen van de nagenoeg totale afwezigheid van theorievorming en een primaire focus op het functioneren van een systeem door middel van de ontwikkeling van succesvolle modelleringstechnieken.

Nieuwe locaties van kennisproductie

De samenwerking in een Mode 2 omgeving zou volgens Gibbons et al. als volgt te typeren zijn: netwerkachtig, verschillende spelers delen kennis en meer tastbare resources, zoals mensen en onderzoeksinfrastructuur. De ontmoetingsplek voor deze samenwerking is niet meer alleen de universiteit, maar vindt onder andere plaats binnen tijdelijke onderzoeksprogramma's en technologische instituten. Het onderzoek van TNO en de TU Delft vindt inderdaad plaats in hybride fora zoals de auteurs de hybride onderzoekspraktijken noemen. Het MultimediaN programma is een mooi voorbeeld waarin economische, maatschappelijke, innovatieve en wetenschappelijke doelen naast elkaar staan. Maar in de hybride onderzoekspraktijken van het N2 project, die zijn onderzocht, vindt geen samenwerking plaats en de autonome posities van TNO en de onderzoekers van de TU Delft blijven gehandhaafd. Dus de

kennisproductie vindt plaats op een nieuwe locatie maar dit heeft geen effect op de kennisproductie of de kennis die geproduceerd wordt in het N2 project.

Mode 2 stelt verder dat deze onderzoeksdomeinen in veel grotere mate afhankelijk zijn van directe geldstromen die voortkomen uit de interesses van nationale overheid, publieke instellingen en het bedrijfsleven. De N2 casus lijkt dit te beamen. De onderzoeker van TNO had dit onderzoek niet kunnen uitvoeren zonder de BSIK subsidie. En ook de activiteiten van de onderzoeksgroep van de TUDelft steunt in hoge mate op tweede en derde geldstromen. Zonder een bevestiging van NWO of de ministeries van EZ en OCW dat dit type onderzoek relevant is, zou het onderzoek van deze actoren niet mogelijk zijn.

Een laatste punt waarvan in een Mode 2 omgeving sprake zou zijn, is een toenemende mate van integratie van activiteiten van de verschillende typen spelers waarbij verschillen vervagen. In het geval van het N2 project is duidelijk zichtbaar dat de actoren duidelijk afgebakende deeltaken hebben gekregen in het programma. Actoren zoals TNO, de TUDelft en Vicar Vision hebben andere typen doelen in de samenwerking. Van een situatie waarin de verschillen tussen de actoren verdwijnen of in zich in deze richting bewegen kan dan ook moeilijk gesproken worden. De onderzoekers van de TUDelft zijn gedreven door wetenschappelijke criteria, TNO heeft een samengesteld/ hybride doel dat bestaat uit zowel economische als wetenschappelijke motivaties om onderzoek uit te voeren. En Vicar Vision, de eerste gebruiker is hoofdzakelijk geïnteresseerd in relevante technologieën die men kan incorporeren in producten. Met name de positie van de onderzoekers van de TUDelft is autonoom en wetenschappelijk georiënteerd te noemen. TNO aan de andere kant lijkt beter in het kader te passen van een Mode 2 organisatie. Hier voert een AIO het onderzoek uit, onder begeleiding van een onderzoekster van het CTIT (Universiteit Twente) en het onderzoek vindt duidelijk plaats met het oog op toepassingen van de technologie. Dit staat bij de TUDelft op de achtergrond. Ook Vicar Vision is interessant omdat hier onderzoekers werkzaam zijn, die zelf ook publiceren in wetenschappelijke journals, weliswaar niet frequent.

Veranderende evaluatiecriteria, sturing van onderzoek

Zoals uit het bovenstaande blijkt, zijn overheden enablers van wetenschappelijk onderzoek. NWO of departementen van de nationale overheid besteden gelden aan onderzoek, waarvan zij denken dat het relevant is. Dit onderzoek dient niet in eerste instantie wetenschappelijk interessant te zijn maar met name economische of maatschappelijke meerwaarde te creëren. De evaluatiecriteria veranderen dus en onderzoekers zouden volgens Mode 2 in toenemende mate hun onderzoek dienen te verantwoorden. Deze verantwoording van onderzoek is goed zichtbaar in deze casus. MultimediaN dient te onderbouwen waar de projecten de gelden aan besteden en wat de opbrengsten zijn in termen van wetenschappelijke, economische, maatschappelijke en innovatieve output. Maar op het niveau van het N2 project komt een complexer beeld naar voren. De vakgroep MMI van de TUDelft heeft maar één belangrijk doel en dat is het creëren van robuuste en gerespecteerde status onder internationale collega's door interessant onderzoek te verrichten. En directe economisch of maatschappelijke criteria spelen meer op de achtergrond mee bij het verkrijgen van subsidies waarbij men de relevantie van het onderzoek dient aan te tonen. In het geval van TNO is deze hybride of samengestelde vorm van evaluatiecriteria wel zichtbaar. TNO ontwikkelt wetenschappelijk interessante kennis, wil deze kennis publiceren en tegelijkertijd ook inbouwen in producten.

Meer en heterogene communicatie

Volgens *'the New Production of Knowledge'* vindt in een Mode 2 omgeving communicatie in toenemende mate plaats tussen verschillende typen actoren. En de communicatie naar de maatschappij zou ook intensiever zijn om zo de relevantie van het onderzoek aan te tonen en de positie van het onderzoek te kunnen legitimeren.

Toenemende communicatie is inderdaad vindbaar op het niveau van MultimediaN, waarin verschillende actoren participeren in verschillende projecten. Echter, de samenwerking tussen de actoren in het N2 project, vindt voornamelijk plaats om een doel van MultimediaN te dienen, het creëren van een demonstrator. Hiermee kan MultimediaN laten zien dat de geproduceerde kennis kan functioneren en relevant is. Verder is geen samenwerking te bespeuren tussen TNO, de TUDelft en de andere betrokkenen in het N2 project. De demonstrator die men produceert, wordt geproduceerd met als doel maatschappelijke en economische relevantie aan te tonen naar de subsidieverstrekkers en meer in het algemeen naar de maatschappij toe. De onderzoekspraktijken van TNO en de TUDelft lijken dermate dominant te zijn, dat de samenwerking die men vanaf programma niveau wil induceren, op het N2 projectniveau niet of nauwelijks aanwezig is. Dus zelfs in hybride onderzoekspraktijken, of hybride fora zoals Gibbons et al. het typeren, is het niet altijd het geval dat op individueel niveau sprake is van een toenemende mate van kennisuitwisseling of samenwerking, ook al wil het programma dit induceren.

Gibbons et al. en hun beeld van het wetenschapssysteem

Aan de hand van de analyse van het N2 project kan nog een afsluitende opmerking gemaakt worden over de wijze waarop Gibbons et al. het wetenschapssysteem benaderen. De auteurs van de *'the New Production of Knowledge'* simplificeren de werkelijkheid als ze stellen dat op een aantal punten het wetenschapssysteem verandert. Volgens de onderzoekers vindt er een homogenisatie plaats waarbij het verschil tussen actoren minder duidelijk is. Academia leggen zich ook toe op ontwerptaken en bedrijven voeren wetenschappelijk onderzoek uit. Gibbons et al. gaan er van uit dat alle actoren in het wetenschapssysteem eenzelfde achtergrond delen van waaruit alle dynamieken in het wetenschapssysteem verklaard kunnen worden. De gesitueerdheid van de kennisproductie in heterogene onderzoekspraktijken, zoals Turnbull dit laat zien, impliceert echter dat voor verschillende wetenschappers mogelijk andere criteria gelden en dat zij zich op een andere manier verhouden tot het bedrijfsleven of overheden. De generalistische claims van Gibbons et al. zijn dan ook problematisch in bepaalde gevallen. De uitspraken van Gibbons et al. impliceren een homogeen wetenschapssysteem waarin alle wetenschappelijke onderzoekers dezelfde doelen en achtergronden hebben. En dit is niet het geval. In alleen het N2 project blijkt al dat TNO en de TUDelft verschillende voorkeuren hebben voor het uitvoeren van onderzoek en het produceren van bepaalde kennis.

6.4 Triple Helix model

Het Triple Helix model beschrijft de samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennisinstellingen als een continu proces van integratie en differentiatie. De actoren blijven, in tegenstelling tot Mode 2, identificeerbaar als verschillende typen actoren met ieder eigen achtergronden en doelen. Op basis hiervan trachten de actoren samenwerking te zoeken in 'hybride fora' (of onderzoekspraktijken) waarbij de actoren ieder hun 'profits' kunnen behalen. Dit idee komt overeen met de beschrijving van de N2 casus. Ook hierin zijn verschillende typen actoren aanwezig die vanuit hun eigen achtergronden participeren in de samenwerking, waarin soms wetenschappelijke dan weer economische en wetenschappelijke of maatschappelijke doelen domineren.

De abstractie van het model is een grote zwakte omdat het verklarende karakter zeer klein is. Het model geeft geen inzicht in de eigenschappen van een hybride organisatie en wat het betekent voor andere actoren om te werken binnen een organisatie met samengestelde/ hybride doelen alsmede de kennisproductie?

De samenwerking zoals deze is geconstateerd in het N2 project, is een manier waarop de samenwerking in deze hybride contexten kan worden ingevuld. Het MultimediaN programma, waarbinnen het N2 project valt, is een hybride organisatie met economische, maatschappelijke en wetenschappelijke doelen. Maar in het N2 project is geen sprake van expliciete samenwerking. De TUDelft en TNO opereren in feite binnen de afzonderlijke werkpakketten op relatief autonome wijze. Andere actoren beïnvloeden het onderzoek niet. Het is dan ook niet perse noodzakelijk dat in de hybride organisaties die het Triple Helix model beschrijft, doelen zich op actor niveau met elkaar vermengen. Het Triple Helix model lijkt te impliceren dat de werkwijze en doelen van betrokken actoren in deze contexten ook zouden veranderen omdat in deze hybride organisaties verschillende doelen gediend moeten worden. Op het niveau van het onderzoeksprogramma beoogd men deze samenwerking tot stand te brengen. De individuele onderzoekspraktijken van TNO en de TUDelft lijken zeer dominant te zijn. En in het N2 project blijven TNO en de TUDelft hun bestaande werkzaamheden dan ook voortzetten in een nieuwe organisatie die een mogelijkheid biedt voor het onderzoek zonder dat de actoren hun doelen en of werkzaamheden dienen aan te passen.

6.5 Discussie & reflectie

6.5.1 Generaliseerbaarheid van de resultaten

Het MultimediaN onderzoeksprogramma bestaat uit een tiental inhoudelijke onderzoeksprojecten. Dit onderzoek heeft wegens tijdgebrek slechts één project kunnen analyseren. Andere MultimediaN projecten lijken een andere wijze van samenwerking en type kennisproductie te hebben. Het is dan ook niet mogelijk om generalisaties te maken met betrekking tot het gehele MultimediaN programma. Een beoordeling van het MultimediaN programma op basis van dit ene project is dan ook ongepast. Andere projecten hebben

ieder verschillende inhoudelijke doelen en in de projecten participeren verschillende actoren met uiteenlopende motivaties. Volgens de directie is de beperkte samenwerking tussen de actoren in het N2 project niet representatief voor het gehele project. Andere projecten zoals N3, N6, N7 en N9C laten volgens de directie een zeer hechte samenwerking zien tussen onderzoeksinstituten, industrie en overheden. Deze casus is echter wel een dankbaar voorbeeld gebleken van de samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennisinstellingen in een nieuw type omgeving, waarin verschillende typen actoren opereren in een programma dat hybride doelen heeft (wetenschappelijk, economisch, maatschappelijk, innovatief).

Het type kennis dat men in het N2 project creëert is getypeerd als probabilistisch. In andere projecten, zoals het N1 project, N5 project, N7 project en een onderdeel van het N9MI project lijken de probabilistische modelleringstechnieken ook dominant aanwezig te zijn. De onderzoekers in deze projecten bevinden zich in een wetenschappelijk onderzoeksdomain waarin deze methoden de geaccepteerde manier zijn om semantische gegevens te kunnen verzamelen uit multimediale informatie. Tegelijkertijd zijn in het N3 project en een onderdeel van het N9MI-project onderzoekers ook bezig met het construeren van informatie architecturen die multimediale informatie dienen te verspreiden en op te slaan. Wat voor type kennis onderzoekers hier ontwikkelen is niet exact duidelijk.

6.5.2 Verder onderzoek

Dit onderzoek heeft inzicht kunnen geven in hoe actoren in een specifieke casus samenwerken. Om tot een generaliseerbaarheid van de resultaten te kunnen komen is het nodig de andere cases verder uit te werken. Helaas was hiervoor geen tijd meer. Met name een casus waarin de samenwerking tussen de verschillende actoren intensiever is, zou interessante inzichten kunnen genereren over wat het betekent voor actoren om in dit soort hybride onderzoekspraktijken te opereren. Dit zou meer inzicht kunnen geven in wat er gebeurt wanneer de actoren niet alleen op indirecte wijze gewezen worden op maatschappelijke of economische relevantie, maar wanneer de actoren in de samenwerking zelf ook actief samenwerken met andere partijen en actief investeren in het verplaatsen van de kennis naar een meer praktische omgeving.

Theorieën zoals Triple Helix en *'the New Production of Knowledge'* hebben meer empirische onderbouwing nodig. Voor het Triple Helix model geldt dat met name meer inzicht verkregen dient te worden in wat het betekent voor actoren om te participeren in deze hybride onderzoekspraktijken en wat voor invloed dit heeft op hun functioneren in termen van onderzoeksagenda's, onderzoekscapaciteit en de productie van bepaalde typen kennis. Leggen academische actoren zich misschien toe op ontwerptaken en nog specifieker het implementeren van technologieën? Bij *'the New Production of Knowledge'* kan men zich afvragen of het zinvol is om de generalistische benaderingswijze van het wetenschapssysteem vast te houden waarbij men verwacht dat alle actoren in het systeem zich op een uniforme wijze gedragen. Veeleerder zou men de heterogene vormen van wetenschappelijk onderzoek dienen te onderkennen om van daaruit aanbevelingen te kunnen doen over de samenwerking en kennisproductie in hybride onderzoekspraktijken.

6.5.3 Reflectie

Dit onderzoek heeft zich in eerste instantie gericht op het gehele onderzoeksprogramma. Hierbij hebben de activiteiten van het onderzoek zich in eerste instantie gericht op de beleidskaders en plannen die opgesteld waren door het programma en de verschillende projecten. De echte meerwaarde van dit onderzoek bleek op het moment dat een concrete onderzoekspraktijk is onderzocht. Deze verschuiving heeft het mogelijk gemaakt een gedetailleerde beschrijving te geven van de concrete activiteiten van de onderzoekers.

Dit onderzoek is in haar basis een sociologische analyse geweest, die geen gebruik heeft gemaakt van wijsgerige onderzoeksmethoden. De wijsgerige component van het onderzoek is de bijdrage geweest aan het onderzoeksdomein van de wetenschapsfilosofie en –sociologie door stil te staan bij de epistemologische consequenties van de gezamenlijke kennisproductie door de verschillende typen actoren. In de wetenschapsfilosofie wordt nog geen rekening gehouden met de organisatie van het onderzoek in dit type samenwerkingsverbanden. In het wetenschapsonderzoek (*'the New Production of Knowledge'*) wordt wel geclaimd dat dergelijke programma's epistemologische consequenties hebben, maar dit is nauwelijks empirisch onderzocht en zeker niet voor het domein van de technische wetenschappen. De analyse van het N2 project heeft echter niet kunnen laten zien dat de kennis die de onderzoekers produceren anders is doordat de onderzoekers participeren in een hybride onderzoekspraktijk. Dit is met name toe te wijzen aan de dominante rol die de eigen achtergronden spelen bij deze actoren.

Bijlagen:

Bijlage 1: Uitwerking begrip onderzoekspraktijk

Onderzoekspraktijken zijn een set van mensen, artefacten, overtuigingen, typen kennis et cetera die allemaal bijdragen aan het productieproces in een lokale omgeving. Voor Latour is dit het laboratorium maar voor dit onderzoek is dit een hybride praktijk waarin ook verschillende typen actoren met verschillende doelen zich manifesteren. Deze paragraaf diept het concept verder uit en geeft inzicht in de variabelen binnen een onderzoekspraktijk die een bijdrage leveren aan kennisproductieproces.

De hiernaast gegeven punten geven allen vorm aan de onderzoekspraktijken, maar in hoeverre ieder afzonderlijk deel verantwoordelijk is voor het richtinggeven aan de kennisproductie blijft de vraag. In de praktijk zal het waarschijnlijk zeer afwisselend zijn in welke mate een element bijdraagt aan het functioneren van een onderzoekspraktijk. Hieronder zal ieder element besproken en uitgediept worden.

- Direct en indirect betrokken actoren;
- doelen en criteria van de verschillende actoren;
- de organisatie van de samenwerking;
- heuristieken;
- middelen.

Direct en indirect betrokken actoren & hun doelen en criteria

Een van de belangrijke elementen in een wetenschappelijke onderzoekspraktijk zijn de individuen en op een hoger niveau de sociale systemen die het onderzoek uitvoeren of richting geven. Het is hier productief om onderscheid te maken tussen direct en indirect betrokkenen.

De direct betrokkenen bij het onderzoek zijn degenen die een direct aandeel leveren in de kennisproductie. Het zijn de individuen die een deel van het onderzoek uitvoeren of de onderzoeksgroepen of de private en publieke organisaties die een bijdrage leveren aan de kennisproductie. Zij hebben een direct belang bij het produceren van nieuwe kennis omdat zij deze kennis vaak zelf weer willen hergebruiken en toepassen of willen verspreiden. Daarvoor zijn ze ook bereid om onder andere arbeid en kapitaal te investeren. Naast de direct betrokkenen zijn er ook groepen en individuen die verder van het productieproces afstaan en een meer indirecte relatie hebben met het productieproces. Nationale of internationale subsidieverstrekken vinden het zinvol om een impuls te geven aan onderzoek, maar zullen zelf niets met de uitkomsten van het onderzoek doen. Ook het management van MultimediaN kan als een dergelijke, indirect betrokken, actor beschouwd worden. Dit omdat zij geen directe inbreng heeft in het productieproces of kennis wil verkrijgen, maar wel belang heeft bij de succesvolle productie van nieuwe kennis op het gebied van multimedia en informatietechnologie.

Er zijn actoren die betrokken zijn bij het productieproces welke een directe rol of een meer indirecte rol hebben, maar hoe verhouden zij zich tot de daadwerkelijke kennisproductie? In de vorige eeuw hebben een

aantal economen en sociologen getracht de samenwerking tussen organisaties en personen te conceptualiseren. De entiteiten die belangrijk zijn bij het onderzoeken van de samenwerking tussen verschillende organisaties zijn aan de ene kant de organisaties, maar ook de personen die werkzaam zijn binnen deze organisaties. Barnard beschrijft een organisatie als: "A dynamic social system of cooperative interactions with the purpose of satisfying individual needs".⁸⁹ Een organisatie is een interactiesysteem waarin individuen hun eigen belangen nastreven. Dit is in overeenstemming met Boudon die later eenzelfde claim maakt waarbij hij een uitspraak doet over alle interacties die mensen aangaan binnen afhankelijkheidsrelaties en waarbij de verschillende rollen die de individuen hebben vaak een bepaalde invloed hebben.⁹⁰ De samenwerking die verschillende organisaties en individuen aangaan is in het eigen belang van deze actoren. Vanuit deze samenwerking zullen zij vervolgens trachten zoveel mogelijk voordeel te halen om zo de doelen die zij hebben te maximaliseren. Iedere actor kan dus weer andere doelen hebben in de samenwerking en ook andere criteria stellen aan de uitkomsten van de samenwerking.

Een belangrijke notie bij deze samenwerking is de relatie die de verschillende organisaties en individuen met elkaar hebben. Deze relaties zijn geen vrijblijvende relaties waarin de verschillende actoren naar believen hun doelen kunnen nastreven. Veeleerder kunnen deze relaties getypeerd worden als afhankelijkheidsrelaties waarbij de actoren zich bevinden in een min of meer hiërarchische structuur. Hierbinnen worden taken en verantwoordelijkheden gedelegeerd aan andere actoren. De grootste subsidieverstrekker van het onderzoeksprogramma, de Nederlandse overheid, verstrekt via het BSIK-programma een aanzienlijke hoeveelheid kapitaal om onderzoek uit te laten voeren. Zij hechten waarde aan innovatieve kennis en stellen bij het verstrekken van de subsidie bepaalde voorwaarden aan de subsidieverlening. Vervolgens wordt het management van MultimediaN verantwoordelijk gesteld voor de uitkomsten van het onderzoeksprogramma. Een dergelijke constructie wordt in de organisatietheorie voornamelijk getypeerd als een 'principal-agent' relatie. Deze typering impliceert een relatie tussen twee actoren waarbij de 'principal' taken en verantwoordelijkheden delegeert aan een 'agent'. Deze 'agent' op zijn beurt heeft vaak andere belangen en dit brengt de volgende dynamiek met zich mee. Terry M. Moe stelt: "*The agent has his own interests at heart, and is induced to pursue the principal's objectives only to the extent that the incentive structure imposed in their contract renders such behavior advantageous.*"⁹¹ In toevoeging daarop stelt hij dat voor zover het mogelijk is voor de 'agent', hij zal afwijken van het doel van de 'principal' als hij daar een voordeel mee kan behalen. De doelen en criteria die door het onderzoeksprogramma gesteld zijn wijken mogelijk af van de werkelijkheid binnen de projecten zelf waar het onderzoek wordt uitgevoerd.

Betrokken actoren:

- Welke actoren zijn direct en indirect betrokken?
- Welke criteria en doelen hanteren de betrokken actoren in de projecten?

⁸⁹ Geciteerd in: Barber, B., (1993), *Constructing Social Systems (To the Memory of Talcott Parsons)*, Transaction Publishers, New Brunswick

⁹⁰ Boudon, R., (1979), *La Logique du social*, Paris, Librairie Hachette

⁹¹ Moe, T.M., (1984), *The New Economics of Organization*, *American Journal of Political Science* 28(4), 739-777

Organisatie van de samenwerking

Om de gezamenlijke kennisproductie in MultimediaN te beschrijven is er een conceptualisering van de samenwerking nodig. Wat houdt de samenwerking tussen organisaties en of personen in wat betreft dit onderzoek?

Met betrekking tot de interactie tussen deze organisaties en individuen heeft Henry Mintzberg zeer productief werk geleverd door te stellen dat: *"Every organized human activity ... gives rise to two fundamental and opposing requirements: The **division of labor** into various tasks to be performed, and the **coordination** of these tasks to accomplish the activity"*.⁹² De samenwerking van twee entiteiten, personen of organisaties, vraagt om ten eerste arbeidsdeling en ten tweede om de coördinatie van deze arbeidsdeling. Bepaalde taken in het productieproces worden door specifieke personen uitgevoerd en er moet coördinatie plaatsvinden om de verschillende activiteiten en producten op elkaar aan te laten sluiten. De arbeidsdeling is in het geval van MultimediaN waarschijnlijk noodzakelijk omdat verschillende actoren bepaalde specialistische kennis hebben. De arbeidsdeling en coördinatie van dergelijke samenwerkingsverbanden kunnen volgens Hagedoorn et al. getypeerd worden als zijnde formele samenwerkingsverbanden of informele samenwerkingsverbanden.⁹³ De auteurs maken een interessant onderscheid in het type samenwerkingsverbanden in wetenschappelijke onderzoeksprogramma's, maar ze laten onbenoemd dat binnen geformaliseerde samenwerkingsverbanden niet alle interacties en relaties geformaliseerd zijn. De verwachting is dat binnen MultimediaN, welke formele regels heeft en doelen, ook veel informele samenwerking plaatsvindt. Deze samenwerking ligt niet vast maar wordt met name uitgevoerd met het oog op de doelen en de visie van het onderzoeksprogramma en de individuele actoren op projectniveau. Een belangrijk aspect dat Hagedoorn et al. wel laten zien, is dat de doelen en criteria van deze samenwerkingsverbanden geformaliseerd zijn in de organisatie en dat de verschillende partijen ook verschillende prikkels hebben om te participeren in dergelijke samenwerkingsverbanden. Deze prikkels zijn mogelijk ook weer terug te vinden in de formele structuren van het samenwerkingsverband (de arbeidsdeling, coördinatie, doelen, criteria) omdat de verschillende actoren op deze wijze zich er in enige mate van verzekeren dat zij in de samenwerking een bepaalde winst kunnen halen die uit te drukken is in geld, kennis, nieuwe producten, personeel, et cetera. Het verhaal dat ze vertellen over de samenwerking tussen verschillende organisaties kan ook op micro niveau toegepast worden. Binnen dit soort samenwerkingsverbanden vormen zich subprojecten waarin individuele actoren een bepaalde vorm van arbeidsdeling creëren en ook daar weer doelen en criteria opstellen om tot een eindproduct te komen dat de belangen van ieder van de participanten dient.

Concluderend: Om de samenwerking te analyseren is het van belang de criteria en de doelen te achterhalen die de verschillende actoren in de samenwerking hebben. Dit betekent dat per project achterhaald zal moeten worden wat de spelers voor doelen hebben en wat voor eisen ze stellen. Vervolgens kan de samenwerking beschreven worden in termen van welke arbeidsdeling er plaatsvindt en hoe de coördinatie plaatsvindt tussen de verschillende onderzoeksactiviteiten. Deze coördinatie van verschillende productie-activiteiten is noodzakelijk om aan te tonen hoe verschillende actoren delen van de kennis

⁹² Mintzberg, H., (1979) *The Structuring of Organizations*, Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall

⁹³ Hagedoorn, J., Link, A.N., Vonortas, N.S., (2000), *Research partnerships*, *Research Policy* 29, 567–586

aandragen om daar vervolgens een geassembleerde verzameling van kennisentiteiten van te maken. Als we de onderzoekspraktijken willen beschrijven zijn tot nog toe de volgende vragen interessant:

Organisatie van de samenwerking:

- Hoe is in de verschillende projecten de arbeidsdeling georganiseerd?
 - Wat zijn de achtergronden/ specialismen van de verschillende actoren?
 - Wat voor taken hebben de actoren?
- Hoe is de coördinatie van deze arbeidsdeling georganiseerd?

Heuristieken

Een ander belangrijk onderdeel van onderzoekspraktijken zijn de overtuigingen van de betrokkenen over wat productieve zoekstrategieën zijn, of in wetenschappelijk jargon: heuristieken. De actoren die een directe bijdrage leveren aan het productieproces hebben een bepaald idee over wat het probleem is dat opgelost dient te worden en welke weg men dient te bewandelen om tot deze oplossing te komen. Dit bepaalt mede hoe de kennis geproduceerd zal worden en waar men uiteindelijk zal eindigen, wat voor kennis het dus op zal leveren. Imre Lakatos heeft met zijn werk over onderzoeksprogramma's en bijbehorende criteria voor dit onderzoek in ieder geval een nuttige onderscheiding gemaakt. Hij maakt namelijk het onderscheid tussen negatieve en positieve heuristieken.⁹⁴ De negatieve heuristieken in een onderzoeksprogramma wijzen de onderzoekers op de stappen in het onderzoek die vermeden zouden moeten worden en welke kennis niet relevant is. De positieve heuristieken geven de onderzoeker aan wat wel de juiste stappen zijn om onderzoek uit te voeren en welke kennis als nuttig en belangrijk beschouwd wordt. Het domein van multimedia en informatietechnologie zou in dit geval als één, onderzoeksprogramma beschouwd kunnen worden. Ook hier vinden we binnen de wetenschappelijke gemeenschap een consensus over wat de centrale problemen zijn in het domein van multimedia en informatietechnologie. De aanwezige actoren binnen dit domein richten zich ook actief op het oplossen van deze problemen. Wat betreft de invloed van heuristieken op de kennisproductie dienen we de volgende aspecten in de analyse mee te nemen:

Heuristieken:

- Wat zijn volgens de direct betrokken actoren productieve zoekstrategieën?
- Wat is volgens hen relevante kennis en wat niet?

⁹⁴ De Vries, G., (1995), De ontwikkeling van de wetenschap, een inleiding in de wetenschapsfilosofie, Groningen (NL), Woltersgroep Groningen

Middelen

Tot nog toe zijn alleen de sociale componenten van de wetenschappelijke onderzoekspraktijk genoemd en verder uitgediept. Hier zal verder aandacht besteed worden aan de middelen die aanwezig zijn in de onderzoekspraktijk en als input dienen voor het kennisproductieproces. Klassieke economische theorieën over productie delen over het algemeen de productiefactoren in, in een drietal categorieën en voegen daar soms de categorie kennis aan toe:

- Natuur;
- Arbeid;
- kapitaal onder andere vertegenwoordigd in :
 - productiemiddelen (machines, infrastructuur);
- kennis.

Uiteraard blijft een taxonomie zoals deze een zeer beperkte opvatting van de complexe werkelijkheid, waar in dit geval productie wordt gereduceerd tot de samenvoeging van een aantal zaken die in de werkelijkheid vaak moeilijk te onderscheiden zijn van elkaar.

De categorie **natuur** vertegenwoordigt de 'raw materials', de grondstoffen die de basis zijn voor het productieproces. De parallellen met het begrip natuur in de productie van wetenschappelijke kennis zijn interessant. Ook daar namelijk is de natuur, als complexe werkelijkheid/ realiteit, te beschouwen als een grondstof die men gebruikt, in dit geval om mee te kunnen experimenteren of te kunnen gebruiken als toetssteen voor bestaande theorieën. Een andere belangrijke parallel is de modificatie die de grondstoffen ondergaan in het productieproces alvorens toegepast te kunnen worden in een concreet product. Dit komt overeen met Latour die stelt dat natuur in het laboratorium door de onderzoeker ontdaan wordt van al haar complexiteit en dat zij zo gemodificeerd wordt dat het past in het netwerk van andere socio-technische artefacten.⁹⁵ Concreet komt de natuur hier dus neer op het onderzoeksmateriaal dat de onderzoeker tot zijn of haar beschikking heeft maar ook de complexe werkelijkheid die bepaalde constanten heeft en waarin causale relaties tussen variabelen de dynamieken teweeg brengen die wij registreren in onze alledaagse wereld maar ook in de laboratoria of iedere andere omgeving die ons de deel van de werkelijkheid openbaart.

Arbeid is een al eerder genoemd onderdeel van de onderzoekspraktijken en bestaat uit de mensen die een bijdrage leveren aan de kennisontwikkeling.

Het derde punt: **Kapitaal** in zijn ruwe vorm creert niet alleen mogelijkheden voor het productieproces zelf maar biedt ook prikkels voor de actoren om zich op te richten om daarmee een winst te behalen, in wat voor vorm dan ook (geld, kennis, status, et cetera). Een belangrijk onderdeel van de kapitaalgoederen zijn de machines en de infrastructurele goederen die een grote rol spelen. Als men kijkt naar de huidige laboratoria, waarin analyse- en meetapparatuur gebruikt wordt, is dat snel duidelijk.

⁹⁵ Latour, B., Woolgar, S., Salk, J., (1979), *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills, California, Sage Publications

De vierde categorie, **kennis**, is vanuit het eerder besproken concept van onderzoeksprogramma's een cruciaal onderdeel. Bestaande kennis vormt voor wetenschappers nagenoeg altijd de basis van waaruit nieuwe ideeën ontwikkeld worden. Dit kunnen theorieën zijn die aannames mogelijk maken en waarop verder te bouwen is, maar het kunnen ook empirische wetten zijn die bepaalde fenomenen verklaren en als hulphypothesen gebruikt kunnen worden. Of kennis kan voorkomen als concrete werkmethoden, welke stappen dienen gevolgd te worden in het proces, hoe maakt een onderzoeker een software programma dat doet wat hij daarmee beoogt. En welke stappen dienen daarvoor genomen te worden?

Deze vier categorieën van middelen die in de wetenschappelijke onderzoekspraktijk gebruikt worden, zijn een grote reductie van de werkelijkheid, maar het is wel een productieve reductie van deze werkelijkheid omdat het inzichtelijk maakt welke 'ingrediënten' nodig zijn bij het 'bakproces' van een 'culinair' (lees: wetenschappelijk) hoogstandje. De analyse van de wetenschappelijke onderzoekspraktijken kan met behulp van de onderstaande punten aangevuld worden:

Welke middelen zijn onderdeel van hybride onderzoekspraktijken en kunnen daarmee dienen als input in voor productieproces?
Deze middelen kunnen zijn:

- Direct en indirect betrokken actoren
- Doelen en criteria van de verschillende actoren
- Heuristieken
 - Wat zijn productieve zoekstrategieën?
 - Wat is relevante kennis, wat niet?
- De organisatie van de samenwerking
 - Arbeidsdeling
 - Coördinatie
- Middelen:
 - Onderzoeksmateriaal (archieven, video data...)
 - Kapitaal
 - Onderzoeksinfrastructuur (meetapparatuur, ontwikkelsoftware)
 - Bestaande kennis (theorieën, empirische wetten, methodologieën)

